

Über tagesrythmische Veränderungen der Körpertemperatur im Kindesalter

Erika C. Seidl

Druck: **ANNELIESE SCHUBERT** - München 5, Corneliusstr. 21 - Tel. 21777

AUS DER KINDERPOLIKLINIK DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Direktor: Professor Dr. med. G. WEBER

ÜBER TAGESRHYTHMISCHE VERÄNDERUNGEN DER

K Ö R P E R T E M P E R A T U R I M K I N D E S A L T E R

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfasst und einer Hohen Medizinischen Fakultät der
Ludwig - Maximilians - Universität zu München

vorgelegt von

Erika C. Seidl
aus Scheyern



München 1958

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Privatdozent Dr. Th. HELLBRÜGGE
Mitberichterstatter: Professor Dr. G. WEBER
Dekan: Professor Dr. W. BÜNGELER

Tag der mündlichen Prüfung: 10. JUNI 1958

Meinen Eltern
in Dankbarkeit

INHALTSÜBERSICHT

A. EINLEITUNG

1. Temperatur der Lebewesen
Homoio-, Poikilo-, Heterothermie
2. Temperaturregulation

B. LITERATURÜBERSICHT

1. Physiologie der menschlichen Körpertemperatur
2. Tagesschwankungen der Temperatur beim erwachsenen Menschen
 - a. Darstellung des Verlaufs
 - b. Ursachen der Tagesschwankungen
exogene, endogene, kosmische Faktoren
 - c. Umstellbarkeit der Temperaturkurve
durch Nacharbeit, Flugreisen
3. Entwicklung der Wärmeregulation
 - a. bei neugeborenen Kindern
 - b. bei frühgeborenen Kindern
4. Entwicklung der Tagesrhythmik der Körpertemperatur
 - a. bei neugeborenen Kindern
Zeitpunkt; Ursachen
 - b. bei frühgeborenen Kindern
5. Besonderheiten der Körpertemperatur beim Kind
6. Ursachen der Temperaturtagesschwankungen beim Kind

C. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

1. Methodik

- a. Auswahl der Kinder
- b. Versuchsbedingungen
- c. Anordnung in drei Untersuchungsreihen

2. Ergebnisse

- a. Sammlung der Ergebnisse
 - Verhalten der Temperatur beim jüngeren Kind
 - Verhalten der Temperatur beim älteren Kind
 - Signifikanzprüfung einiger Temperaturwerte
 - Körpertemperatur und Wach - Schlaf - Verteilung
 - Praktische Schlussfolgerung
- b. Besprechung der Ergebnisse

D. ZUSAMMENFASSUNG

E. LITERATURVERZEICHNIS



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Einer der wichtigsten Umweltfaktoren, welche die Vorgänge der Lebewesen auf der Erde bestimmen, ist die Wärme. Alles animalische Leben hängt von den Gesetzen der Aussentemperatur ab. Jedoch sind die Beziehungen zwischen der Aussentemperatur und der Körperwärme jedes einzelnen Individuums verschieden. Danach unterscheiden wir grundsätzlich homoiotherme, heterotherme und poikilotherme Lebewesen.

Im Gegensatz zu den Poikilothermen, deren Lebensprozesse ganz von aussen abhängen, können die Homoiothermen ihre Eigentemperatur weitgehend konstant halten. Der Begriff der Heterothermie umfasst solche Warmblüter, die in einen Winterschlaf fallen können. Dabei sinkt ihre Körpertemperatur auf wenige Grad über den Gefrierpunkt ab und die Lebensvorgänge sind auf ein Minimum gedrosselt, so dass ein monatelanges Überleben ohne Nahrung möglich ist.

Zwischen Homoiothermie und Poikilothermie besteht keine scharfe Grenze. Manche Tiere sind wechselwarm und zeigen doch einen Ansatz zur Temperaturregelung; dagegen regeln viele homoiotherme Wesen ihre Temperatur höchst unvollkommen.

Die Homoiothermie ist bei der Geburt nicht immer voll ausgebildet. Nach HENSEL sind alle Lebewesen zur Zeit der Geburt zunächst poikilotherm. Die Fähigkeit zur selbstständigen Wärmeregulation, zur Homoiothermie wird erst später erreicht.

LEICHTENTRITT und später HENSEL unterscheiden bei den Vögeln zwei Arten: beim Nestflüchter entwickelt sich das Vermögen zur selbstständigen Wärmeregulation während der Embryonalzeit. So sind z.B. aus-schlüpfende Küken schon homoiotherm. Dagegen fehlt dem Nesthocker, der nach dem Schlüpfen noch nackt ist, jede Temperaturregelung. Erst nach einigen Wochen erreichen solche Tiere die Unabhängigkeit von der Aussentemperatur.

Beim Menschen zeigt sich diese Unreife besonders bei frühgeborenen Kindern. Ihr Unvermögen, die Temperatur konstant zu halten ist eines der

grossen Probleme der Frühgeburtenpflege und -aufzucht. Durch besondere Brutkästen geschlossener und halboffener Systeme versucht man die Temperatur von aussen her auf gleicher Höhe zu halten.

Beim menschlichen Neugeborenen zeigt sich die Wärmeregulation einigermassen funktionstüchtig. Das neugeborene Kind kann seine Körpertemperatur auf gleichbleibender Höhe halten. Allerdings weist diese Temperatur innerhalb 24 Stunden gewisse Unterschiede auf.

Schon zu Beginn dieses Jahrhunderts konnten JUNDELL und GOFFERJE unabhängig voneinander durch umfangreiche Untersuchungen an Neugeborenen und jungen Säuglingen feststellen, dass zwischen der Körpertemperatur am Tag und während der Nacht Unterschiede bestehen.

Da die Ergebnisse über tagesperiodische Veränderungen der Körpertemperatur des Menschen an verschiedenen, zum Teil unübersichtlichen Stellen niedergelegt sind, soll nun im folgenden ein Überblick über die Literatur zur Tagesperiodik der Körpertemperatur beim Menschen gegeben und durch eigene Untersuchungen über das Verhalten der Körpertemperatur bei Schulkindern zur Tages- und Nachtzeit ergänzt werden.

Das Studium der Körpertemperatur ist in erster Linie ein Studium der Wärmeregulation. (Hierbei sei besonders auf die Ausführungen von REIN-SCHNEIDER und LANDOIS-ROSEMANN hingewiesen).

Alle chemischen Reaktionen im Organismus sind weitgehend temperaturabhängig. Die Fermente der Zellen sind auf eine Optimaltemperatur von 37 Grad Celsius eingestellt. Deshalb ist die geregelte Erzeugung und Erhaltung dieser Wärme wichtig und notwendig für das Leben.

Die Wärme des tierischen und somit auch des menschlichen Körpers stammt aus der potentiellen Energie der Nahrungsstoffe und der körpereigenen Substanz, soweit sie im Stoffwechsel des Körpers verbrannt wird. Komplizierte Verbindungen zerfallen in einfache; in CO_2 , in H_2O , in Harnstoff etc. Dabei wird Energie frei, die teils in Wärme, teils in die kinetische Energie der Muskelbewegungen umgesetzt wird. Beim ruhenden Körper wird die ganze Energie in Wärme übergeführt.

Die so erzeugte Wärme wird durch den Blutstrom zu den verschiedenen Körpergebieten gebracht.

Obwohl das Blut durch seinen Umlauf den Ausgleich der Wärmeunterschiede in den einzelnen Körperteilen erleichtert, wird doch eine völlige Temperaturgleichheit in verschiedenen Gebieten, auch in benachbarten nie erreicht.

Schon die Temperatur des Blutes ändert sich auf dem Weg durch den Körper. In den inneren Organen ist das Venenblut wärmer als das arterielle. Der Peripherie zu hat das Blut in den Venen wegen der grösseren Wärmeabgabe auf seinem langsamen Strom eine niedrigere Temperatur. Die oberflächlichen Hautvenen geben viel Wärme ab und führen daher kühles Blut.

Die Hauttemperatur ist von endogenen Bedingungen wie Dicke der Oberflächenschicht, Durchblutungsgrösse und Feuchtigkeitsgehalt (der Haut) und auch von äusseren Grössen abhängig. Die Hauptrolle spielen dabei die Temperatur, die Feuchtigkeit und die Bewegung der umgebenden Luft.

Dagegen wird die Temperatur der Körperhöhlen (Mund, Rectum, Vagina) wenig von äusseren Faktoren beeinflusst. So erklärt sich die Differenz der Ergebnisse bei axillarer und rectaler Messung.

Die Temperatur der Organe ist vor allen Dingen von der Wärmebildung in ihnen abhängig. Arbeitende Organe haben wegen ihres lebhaften Stoffwechsels und der stärkeren Durchblutung höhere Temperaturen als ruhende.

Die Muskeln erzeugen bei ihrer Kontraktion, aber auch schon im Ruhezustand Wärme. Die Drüsen produzieren während der Sekretionstätigkeit Wärme, die der abgesonderten Flüssigkeit und dem abfliessenden Venenblut mitgeteilt wird. Die Leber ist das wärmste Organ des Körpers, einmal weil in ihr dauernd lebhafte Stoffwechselvorgänge ablaufen und zum zweiten ist sie in ihrer Lage vor Wärmeabgabe besonders geschützt. Die Temperatur des Gehirns soll bei geistiger Tätigkeit ansteigen, vielleicht wegen der intensiveren Durchblutung.

Die Wärme, die als Nebenprodukt bei den Arbeitsleistungen der einzelnen Organe und im intermediären Stoffwechsel entsteht und die das Blut im Körper verteilt, wird schliesslich an die Umwelt abgegeben. Diese Abgabe erfolgt durch Leitung, Strahlung und Verdunstung.

Da die normale Körpertemperatur des Menschen mit 37 Grad C gewöhnlich über der Umwelttemperatur liegt, müssen ständig Wärmeverluste ausgeglichen werden. Die Normaltemperatur besteht ja nur, wenn Wärmebildung und Wärmeabgabe im Gleichgewicht gehalten werden. Der Mensch kann die Wärme, die er nach aussen verliert, wieder neu erzeugen. Diese Wärmebildung erfolgt durch vermehrte Oxydationsprozesse in der Muskulatur; aber auch Leber und andere Organe werden in diese Regulation miteinbezogen.

Die Wärmeabgabe des Organismus kann gesteigert oder stark eingeengt werden, so dass der Körper keineswegs ein Spielball der Umgebungstemperatur sein muss. Neben der Schweissproduktion spielt vor allem der Wärmetransport durch das Blut eine grosse Rolle: bei Kälte - oder Wärmeeinwirkung von aussen wird die Strömungsgeschwindigkeit des Blutes, seine jeweilige Menge und Verweildauer in der Peripherie des Körpers durch die Elastizität der Gefässe vermehrt oder gedrosselt.

Diese Gefässmechanismen, die Möglichkeit der Blutverlagerung zwischen inneren Organen und der Haut, die aktive Wärmeproduktion in Muskel und Leber, die Schweissekretion und das Zusammenspiel all dieser Funktionen steuert eine Zentralstelle.

Das Bestehen eines Wärmezentrums wurde durch den Wärmestich von Aronsohn und Sachs 1885 bewiesen. Als Sitz dieses Zentrums ist das tuber cinereum im Hypothalamus und der nucleus caudatus im corpus striatum anzusehen.

Man unterscheidet an diesem Wärmezentrum die übergeordnete höhere Stelle und als Unterabteilungen ein Erwärmungszentrum, das auf Kältereize anspricht und ein Kühlzentrum, das Wärmeeinwirkungen beantwortet.

Die Beeinflussung des ganzen Zentrums erfolgt 1. reflektorisch durch Impulse von den Temperaturrezeptoren der Haut und 2. unmittelbar durch die Bluttemperatur.

Auch der Einfluss von Hormonen auf das Wärmezentrum steht fest. Schilddrüse und Nebenniere wirken auf die Wärmeregulation. Bei Entfernung dieser Organe (im Tierversuch) verliert der Körper die Fähigkeit, auf Reize mit Fieber zu reagieren.

Bei der Einführung der Thermometrie in die klinische Medizin (Mitte des 19. Jahrhunderts) stiess man auf die Tatsache, dass die Körpertemperatur des Menschen keine absolut konstante Grösse ist, sondern während des Tags regelmässige Schwankungen aufweist.

Damit wurde zum ersten Mal beim Menschen ein Vorgang bekannt, der sich in einem bestimmten Rhythmus innerhalb 24 Stunden vollzieht. (Später erkannte man ähnliche Rhythmen beim Ablauf verschiedener Organfunktionen wie Herzschlag, Blutdruck, Atemfrequenz, dem Verbrauch von O_2 und der Produktion von CO_2 , der N-Ausscheidung im Urin, sogar der körperlichen und geistigen Arbeitsbereitschaft).

Schon 1801 brachte AUTENRIETH in seinem Handbuch der menschlichen Physiologie eine Anmerkung zur Tagestemperaturschwankung: "Im Schlaf findet sich die Wärme des Menschen meistens um 1,5 Grad geringer als bei Tage und abends ist die Wärme etwas grösser als morgens".

1848 promovierte GIERSE in Halle mit einer Arbeit, in der er auf Grund ausführlicher Selbstversuche den Gang der Temperaturkurve beschreibt: "Zur Nachtzeit ist die tierische Wärme geringer als über Mittag." Ausserdem wies GIERSE schon damals auf die Unabhängigkeit der Temperaturperiodik von der Aussentemperatur oder der körperlichen Betätigung hin.

BERGMANN bearbeitete 1845 die Frage der Temperaturregelung und kam wie GIERSE zu dem Schluss, dass die regelmässigen Schwankungen der Körpertemperatur vom Gang der Umwelttemperatur und von der Lebensweise nicht abhängen.

Bei TRAUBE von der Charité Berlin finden sich die ersten fortlaufenden Temperaturmessungen an Erwachsenen (1852).

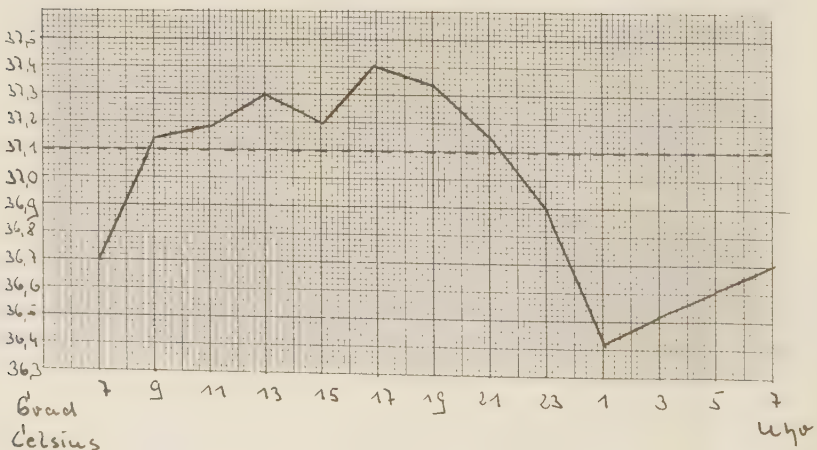
JÜRGENSEN untersuchte 1873 unter genauen Voraussetzungen die periodischen Schwankungen der Körpertemperatur. Er beobachtete die stündliche Temperatur eines gesunden Erwachsenen über 29 Tage und zeigte an Hand von 16000 Einzelmessungen, dass die Temperatur beim ruhen, normal ernährten Menschen während des Tags anhaltend steigt, einen Höchstwert zwischen 17 und 20 Uhr erreicht und im Laufe der Nacht zu einem tiefsten Punkt abfällt, der zwischen 2 und 6 Uhr eintritt. JÜRGENSEN stellte fest, dass das Steigen und Sinken nicht gleichförmig verläuft, sondern im Lauf des Tages beschleunigt bzw. verzögert

wird. Er notierte ein schnelles Steigen der Temperatur zwischen 6 und 11 Uhr und ab 16 Uhr. Das Sinken erfolgt nach seinen Angaben am raschesten von 20 - 21 Uhr, dann wird es langsamer und hört endlich ganz auf. Beim arbeitenden Menschen ist die Körperwärme tagsüber durch die Muskelarbeit erheblich gesteigert, die Nachtwerte sind ähnlich wie beim Ruhenden.

Diese Ergebnisse wurden von LIEBERMEISTER bestätigt und ergänzt. Er untersuchte mit Hilfe eines gewöhnlichen Thermometers über 10 Tage alle 2 Stunden seine eigene Rectaltemperatur und entwickelte auf Grund von 127 Selbstbeobachtungen eine Temperaturkurve, die der Kurve von JÜRGENSEN sehr ähnlich war. Allerdings stammten die Beobachtungen LIEBERMEISTER's von einem arbeitenden Menschen. Deshalb zeigte die Kurve grössere Exkursionen: die Tagwerte lagen höher, die Nachtwerte anhaltend niedriger als bei den Ergebnissen von JÜRGENSEN. JAEGER führte einige Jahre später Temperaturmessungen an Soldaten durch. Er untersuchte über Tage hin die stündliche Rectaltemperatur von 11 gesunden jungen Männern, die vorübergehend dienstunfähig waren. An den gewonnenen Kurven konnte er deutlich Tag- und Nachtperioden voneinander abgrenzen.

So ergab sich aus diesen Beobachtungen ein klares Bild vom Verlauf der Tagestemperatur.

BENEDICT und SNELL stellten 1904 auf Grund ihrer ausgedehnten Untersuchungen an einem 19-jährigen Arbeiter folgende Temperaturkurve des erwachsenen Menschen auf:



Die Körperwärme steigt den Tag über regelmässig an und erreicht den Höchstwert zwischen 17 und 20 Uhr. Zur Nachtzeit sinkt sie stark ab, ihr niedrigster Wert fällt in die Zeit zwischen 1 und 3 Uhr morgens.

Als Ursache dieser auffallenden Rhythmuserscheinung wurde zunächst die Lebensweise mit ihrer Aktivitätsphase am Tag und der Ruhephase während der Nacht angesehen.

Deshalb untersuchte JÜRGENSEN den Einfluss äusserer Faktoren wie Nahrungsaufnahme, Bewegung etc. Dabei fand er, dass die Körpertemperatur von diesen exogenen Momenten, besonders von körperlicher Arbeit abhängig sei.

LIEBERMEISTER hielt die Muskelaktion, die Körperbewegung für den wichtigsten Einfluss auf die Temperatur. Das nächtliche Sinken führte er nicht auf den Schlaf als solchen zurück, sondern auf die Muskelruhe während der Nacht. Doch wies er in Übereinstimmung mit JURGENSEN darauf hin, dass die tageszeitlichen regelmässigen Temperaturschwankungen beim ruhenden wie beim tätigen Menschen, beim hungernden wie beim essenden, ja sogar beim fiebernden Menschen in gleicher Weise bestehen. So seien die Temperaturtagesschwankungen aus der Lebensweise allein nicht zu erklären. LIEBERMEISTER dachte an eine Verankerung der Rhythmik im Menschen durch die jahrhundertelange Gewöhnung an der Tag-Nacht-Wechsel.

JAEGER, der an Bäckern während der Arbeitszeit Temperaturuntersuchungen durchführte, konnte einen deutlichen Einfluss der körperlichen Aktivität auf die Tageskurve feststellen: die Temperaturdifferenzen waren viel beträchtlicher, die Kurven zeigten starke Ausschläge.

Auch andere Erscheinungen wurden zur Erklärung herangezogen: SONDEN und TIGERSTEDT fanden bei Untersuchungen des Gesamtgasstoffwechsels, dass der abendlichen Temperatursteigerung eine grössere Kohlensäureausscheidung entsprach.

JOHANNSON führte an sich selbst ähnliche Gasstoffwechseluntersuchungen durch und berichtete: "Die Temperatur des Körpers sinkt in einer Weise, die der Herabsetzung der CO_2 -Abgabe entspricht." Die Ursache dieses Phaenomens sah JOHANNSON im Wechsel von Licht und Dunkel und in der Schwankung der Muskeltätigkeit.

MÜHLMANN beschäftigte sich um die gleiche Zeit mit der Ursache der Temperaturperiodik. Er beobachtete die Körperwärme von Kindern und Erwachsenen und versuchte, die Temperaturschwankungen mit den Veränderungen der Raumtemperatur, der absoluten und relativen Luftfeuchtigkeit und des Barometerstandes in Beziehung zu bringen. MÜHLMANN konnte auch einen gewissen Einfluss des Klimas und der physikalischen Eigenschaften der Luft auf die Temperatur nachweisen; gleichzeitig bestätigte er aber, dass diese Dinge als alleinige Ursache nicht in Frage kommen.

Nachdem nun verschiedentlich äussere Faktoren für die Temperaturrhythmik vergeblich verantwortlich gemacht worden waren, untersuchten BENEDICT und SNELL nochmals die Lebensweise und deren Einwirkungen auf die Körperwärme. Sie beobachteten in zweistündigen Messungen über einige Tage hin die Rectaltemperatur eines 19-jährigen Studenten unter dem Einfluss von körperlicher Arbeit und von Fasten.

Daraus ergab sich: Muskeltätigkeit steigerte die Körpertemperatur rapide. Das Aufhören der körperlichen Arbeit war von einem deutlichen, langdauernden Fallen der Temperatur begleitet. Während Nächten nach schwerer Arbeit lag die Temperatur niedriger als in Nächten nach vorhergegangener Ruhe. Die Hauptwirkung des Fastens auf die Körpertemperatur bestand in einer Herabsetzung der Kurvenamplitude. Ihr Tagesgang wurde aber in keiner Weise beeinflusst.

So erwiesen sich exogene Momente - Muskeltätigkeit, Nahrungsaufnahme, Umgebungstemperatur, Lichteinwirkung, Ermüdung und Schlaf - als bestimmende Faktoren der Tagesperiodik.

GIBSON und OSBORNE suchten den Einfluss kosmischer Faktoren für den Tagesgang der Körpertemperatur zu ergründen. GIBSON machte bei einer Reise von den USA zu den Philippinen genaue Aufzeichnungen seiner eigenen Körpertemperatur, um eventuelle Einflüsse des Klima- und Umgebungswechsels herauszufinden.

Der Autor fand den Zeitunterschied von Einfluss auf die Rhythmik der Temperatur; denn in Manila ist die Ortszeit etwa 11 Stunden früher als in den USA. Die Kurven, die der Verfasser durch 2-stündliche Messungen an sich selbst gewann, zeigten eine unmittelbare Anpassung der Temperaturschwankungen an die neue Ortszeit. (Wenn also beispiels-

weise das Minimum der Temperatur in den USA um 4 Uhr morgens lag, so traf es nach der Ankunft auf den Philippinen um 11 Stunden früher, gegen 15 Uhr ein).

OSBORNE vermutete, die Temperaturperiodizität sei ähnlich den Jahreszeiten und dem Wechselspiel des Mondes von kosmischen oder terrestrischen Faktoren beeinflusst. Er beobachtete ebenfalls auf einer Seereise seine Körpertemperatur und notierte, dass der Eintritt des abendlichen Maximums von der jeweiligen Ortszeit abhängig war und nicht von der Zeit am Ausgangspunkt der Reise.

Die Ergebnisse der beiden Autoren beweisen, dass die Tagestemperaturschwankungen an die jeweilige Ortszeit gebunden sind. Diese Tatsache spricht überzeugend gegen die Annahme eines inneren Rhythmus, der die Körperfunktionen bestimmen und automatisch, von äusseren Faktoren unabhängig ablaufen soll.

(In neuester Zeit hat ASCHOFF durch Temperaturuntersuchungen während Flugreisen feststellen können, dass sich die Tagesperiodik bei so plötzlicher Ortsveränderung nicht an die neue Ortszeit anpasst, sondern gemäss den gewohnten Verhältnissen eintritt).

Andere Autoren sahen den Grund für die Temperaturperiodik in Schwankungen bei der Tätigkeit der Zentralstelle:

So schrieb GESSLER "Die Schwankungen der Körpertemperatur sind durch die regulierende Tätigkeit übergeordneter Organe, der wärme-regulierenden Zentren bedingt. Der Wechsel der Temperatur ist die Folge der wechselnden Tätigkeit des ZNS."

Die Beobachtung, dass auch im Fieber die täglichen Temperaturschwankungen erhalten bleiben, war für GESSLER der Grund, anzunehmen, die exogenen Momente seien nicht ausreichend, um für die gesamte Temperaturdifferenz während 24 Stunden verantwortlich gemacht zu werden. So suchte er die Ursache der rhythmischen Schwankungen im unterschiedlichen Erregbarkeitszustand des Wärmezentrums bei Tag und Nacht.

LIEBERMEISTER hatte darauf hingewiesen, dass die Körperwärme bei Nacht weniger ausgeprägt vorhanden sei als bei Tag.

GESSLER führte zum Beweis dieser Erscheinung eine Selbstbeobachtung an: er schlief im Winter in einem ungeheizten Zimmer bei geschlossenen Fenstern; die Zimmertemperatur änderte sich während der Nacht nicht nennenswert. Gegen 5 Uhr morgens erwachte er häufig mit deutlichem Kältegefühl.

Es ist dies die Zeit, zu der beim Gesunden die Temperatur wieder zu steigen beginnt. Das auftretende Kälteempfinden erklärt sich aus der um diese Zeit ebenfalls grösser werdenden Erregbarkeit des regulierenden Zentrums.

Auf Grund dieser Beobachtung meinte GESSLER, dass im tiefen Schlaf die Wärmeregulation sehr weitgehend ausgeschaltet sei. Das bedeute eine grössere Erregbarkeit des regulierenden Apparates bei Tage.

Nun ist es von vielen vegetativen Funktionen bekannt, dass sie während der Nacht anders "eingestellt" sind als am Tag. STRAUB hat 1915 grosse Unterschiede in der Erregbarkeit des Atemzentrums bei Tag und Nacht nachweisen können. Denken wir weiter an die tiefgreifenden Änderungen, die mit dem Schlaf in der Intensität verschiedener Funktionen eintreten: Nachlassen der Herzfrequenz, Absinken des Blutdrucks usw.

Entsprechendes trifft auch bei der Wärmeregulation zu. Die Steuerungseinrichtungen für den Wärmehaushalt sprechen bei Tag leichter als bei Nacht auf äussere Reize an.

Auch ISENSCHMID dachte sich die Tagesrhythmik der Körpertemperatur durch Schwankungen im Funktionszustand des ZNS entstanden. Denn sowohl der Einfluss der exogenen Faktoren (Muskelarbeit, Nahrungsaufnahme, Tageslicht) wie auch der Wechsel zwischen Tag und Nacht, zwischen Wachen und Schlafen, zwischen Arbeit und Ruhe genügten seiner Ansicht nach nicht, die Schwankungen der Körpertemperatur zu erklären. ISENSCHMID hielt das wechselnde Milieu, in dem sich der Mensch befindet, sein sich im allgemeinen auch periodisch abspielendes Gemeinschaftsleben für den wichtigsten Faktor bei der Erklärung der Tagesrhythmik.

Diese "Milieutheorie" traf von Anfang an auf Widerspruch. Sie wurde als unbiologisch abgelehnt: eine so fest verankerte Periodik kann nicht nur durch relativ oberflächliche Milieueinwirkungen ausgelöst sein.

Eine Theorie, die auf pharmakologischen Erfahrungen basiert, erscheint bedeutend wahrscheinlicher. Die bekannte Erscheinung des "Tages - Sympathico-Tonus" und des "Nacht-Vago-Tonus" des vegetativen Nervensystems wird auf die Funktion des Wärmezentrums bezogen.

Da wir die Tätigkeitsphase des Tages dem Vorherrschen des Sympathicus und die nächtliche Ruhephase dem Überwiegen des Vagus zuschreiben, so ist wohl verständlich, die höhere Temperatur während des Tages ebenfalls auf den Sympathicotonus zu beziehen und den nächtlichen Tiefstand der Körpertemperatur auf den vorherrschenden Vagus.

Das Wechselspiel der beiden Antagonisten sei als Ursache für die Schwankungen der Körpertemperatur anzusehen.

VÖLKER stellte fest, dass neben der Körpertemperatur auch andere Funktionen des Organismus einen Tagesrhythmus erkennen lassen und dass zeitliche Übereinstimmungen im Verlauf der verschiedenen Rhythmen (Temperatur, Herzschlag, Blutdruck, Gaswechsel, Nierenfunktion) vorhanden sind. Daraus schloss er auf eine gemeinsame Ursache aller dieser Zyklen.

Er führte zur Klärung der Periodizitätsfrage mehrere Untersuchungsreihen unter Variation der äusseren Bedingungen durch.

Je einfacher der Autor die Untersuchungen anstellte, d.h. wenn er auf die äusseren Einflüsse soweit möglich verzichtete und die Messungen im Ruhe- und Nüchternzustand vornahm, umso klarer ergab sich die Temperaturkurve. Die Grösse der Ausschläge minderte sich zwar, die Tagesdifferenz verringerte sich. Doch der Typ der Kurve mit der charakteristischen Wellenbewegung über den Tag hin blieb derselbe.

VÖLKER hatte auch Beobachtungen der tagesperiodischen Schwankungen unter dem Einfluss veränderter Ortszeit in Island gemacht. Die strenge Fixierung der Tagesrhythmik an die Ortszeit, welche praktisch eine Abhängigkeit von der Sonne darstellt, liess den Autor auf die Einwirkung eines unbekannten Faktors kosmischer Natur schliessen.

VÖLKER's Meinung nach resultiert die Erscheinung der Tagesrhythmik aus dem Sichüberlagern verschiedener Kräftegruppen. Dabei spielen

1. die Einwirkungen der Aussen- und Umwelt eine grosse Rolle. Eine
2. wirksame Komponente ist ein angeborener innerer Rhythmus, der

besonders bei den Untersuchungen während Ruhe und Nüchternheit zutage tritt. 3. wird der Einfluss eines übergeordneten kosmischen Faktors als bestimmend für die Tagesrhythmik angesehen.

In diesem Zusammenhang sei die Ansicht von JORES über den "Tag - Nacht-Wechsel in seiner Wirkung auf den Menschen" angeführt. Das Wechselspiel zwischen Tag und Nacht, zwischen Hell und Dunkel beeinflusst das menschliche Leben entscheidend. Alles Leben läuft ja im Wechsel von Schlaf und Wachsein ab. An den Schlaf, das wohl eindrucksvollste Phaenomen, das sich im 24-Stundenrhythmus vollzieht, sind verschiedene Vorgänge im Organismus geknüpft: das Absinken des Blutdrucks, das Nachlassen der Herzfrequenz und die herabgesetzte Erregbarkeit des Atemzentrums während der Nacht sind darauf zurückzuführen, dass der Organismus seine Leistungen im Schlaf auf ein kleineres Mass einstellt.

JORES bezeichnete diese vom Schlaf abhängigen Rhythmen als "gekoppelte Perioden" und stellte fest, dass sie sich bei umgekehrter Lebensweise ohne weiteres umstellen lassen im Gegensatz zu den echten unabhängigen Perioden.

Nur die von Ruhe, Bewegung, Nahrungsaufnahme und Schlaf unabhängigen periodischen Vorgänge sprach er als "echte Rhythmen" an. Sie lassen lediglich eine Bindung an die Tageszeit erkennen.

(JORES zählte ausser der Temperaturperiodik die Rhythmen von O_2 -Verbrauch und CO_2 -Abgabe, die Rhythmen der Blut- und Liquorbestandteile, den Rhythmus der Wasserausscheidung und die periodische Tätigkeit der Leber zu den echten Perioden. ((Nach Beobachtungen von FORSGREEN hat die Leber nachts eine assimilatorische Phase: Anlagerung von Glykogen, Eiweiss und Wasser. Tagsüber besteht eine dissimilatorische Phase: die Glykogendepots schwinden, Galle und Harnstoff werden gebildet)).

JORES lehnte die Annahme eines angeborenen endogenen Eigenrhythmus als Ursache der echten Perioden ab. Er erklärte auf Grund der ausführlichen Lichtexperimente an Tieren von HILDEN und STENBÄCK den Wechsel von Licht und Dunkelheit - also einen bestimmten kosmischen Faktor - zum auslösenden, wenn auch nicht einzigen Grund der Tagesperiodik.

In Beobachtungen unter Lichtausschluss an Tier und Mensch stellte er fest, dass das Licht die 24-Stunden-Periodik stark beeinflusst. An vier blinden

Kaninchen und Tauben und an zwei blinden Frauen konnte er bei völligem Ausschluss des Lichtes eine Aufhebung der Temperaturkurve beobachten.

In einer späteren Arbeit stellte JORES das Wechselspiel im vegetativen und Schwankungen im endokrinen System als unmittelbare Ursache der Tagesrhythmik dar. Erhöhter Sympathicotonus und gesteigerte Adrenalinproduktion der Nebenniere erklären die Maxima der echten Rhythmen während des Tages und das Überwiegen des Parasympathicus und das Auftreten eines parasympathischen Hormons der Hypophyse (Pigment- oder Melanophorenhormon) seien für die nächtlichen Minima der Funktionskurven verantwortlich.

In ihren Studien über die Physiologie des Schlafes besprachen KLEITMAN und DOKTORSKY auch den Einfluss des Schlafes auf die Temperaturperiodik. KLEITMAN hatte durch verlängerte Schlaflosigkeit (40-115 Stunden) eine Minderung der Amplitude, sogar ein Auslöschen der regelmässigen Schwankungen hervorrufen können. Bei weiteren Untersuchungen wurde festgestellt, dass besonders die Umstellung der Körperlage in die Horizontale und die damit zusammenhängende Muskelentspannung die Senkungstendenz der Temperatur während des Schlafes erzeuge. So sei die Tageskurve der Körpertemperatur auch im wesentlichen vom Wechsel im Tonus der Skelettmuskulatur beeinflusst.

Der Auffassung von GIBSON, OSBORNE, VÖLKER und JORES, die rhythmischen Vorgänge würden von einem Faktor kosmischer Natur beeinflusst und gesteuert werden, schlossen sich de RUDDER und PETERSEN an. Sie suchten das Bestehen eines kosmischen Faktors durch Untersuchungen an Säuglingen zu beweisen, deren Lebensweise über Wochen hin möglichst gleichmässig gehalten wurde (Schlaf und Pflege über den ganzen Tag verteilt und 8 Mahlzeiten genau alle 3 Stunden).

4 Säuglinge wurden 49 Tage lang durch Tag und Nacht alle 3 Stunden rectal gemessen. Bei diesen Messungen ergab sich ein Weiterexistieren des normalen Temperaturrehythmus, der bei allen 4 Versuchskindern erstaunlich übereinstimmend verlief.

Diese Art der Tagesperiodik konnte nicht durch Lebensgewohnheiten oder innere Rhythmen erklärt werden. "Es müssen vielmehr" schrieb de RUDDER, "äussere, vom Leben unabhängige, kosmische Faktoren

dafür verantwortlich gemacht werden". Vorgänge in der Atmosphäre wirken nachhaltig auf den Menschen ein und er beantwortet sie wie ein feiner Resonator mit Hilfe seines vegetativen Nervensystems.

So glaubte de RUDDER in den Veränderungen der Atmosphäre den fraglichen kosmischen Faktor und damit die Ursache der Tagesperiodik zu erkennen.

Mit der Untersuchung eines anderen kosmischen Faktors als Urheber der täglichen Temperaturschwankungen beschäftigte sich die Dissertation von TROJAN.

Nachdem im Lauf der Jahre vergeblich ein Zusammenhang der Tagesperiodik mit dem Luftdruck, der Luftfeuchtigkeit, dem Licht usw. gesucht worden war, beobachtete TROJAN die Wirksamkeit der kosmischen Ultrastrahlung auf die Temperaturrehythmik. Die Wellenlänge dieser Strahlung liegt weit unter der der kürzesten Gammastrahlen, während ihr Durchdringungsvermögen das der letzteren erheblich übertrifft. Dieses ausserordentliche Durchdringungsvermögen lässt einen Zusammenhang der Ultrastrahlung mit den tagesperiodischen Vorgängen beim Menschen möglich erscheinen.

TROJAN führte Messungen der Körpertemperatur an der Erdoberfläche unter dem Einfluss dieses kosmischen Faktors und zum Vergleich solche unter Ausschluss der Ultrastrahlung in einem 750 Meter tiefen Bergwerk durch. Es liess sich jedoch kein grundsätzlicher Unterschied zwischen dem Ablauf der Tagesschwankungen über und unter Tag ermitteln. Dieses Ergebnis spricht dafür, dass der auslösende unbekannte Faktor über und unter der Erde in gleichem Masse wirksam ist.

Nach der Meinung MENZEL's haben sich bei der Erforschung der Ursachen aller tagesperiodischen Vorgänge zwei Anschauungen herauskristallisiert: eine über die exogene und die andere über die endogene Entstehung der Tagesrhythmik.

Da trotz intensiver Bemühungen ein eindeutig bestimmender kosmischer Faktor in der Atmosphäre nicht gefunden werden konnte, schloss sich MENZEL der Auffassung von der endogenen Entstehung an.

Er stellte die Organrhythmik in den Vordergrund und zeigte, dass auch das neurohumorale System eine führende Rolle als Ursache der Tagesrhythmik spielt.

Ähnlich wie JORES sah MENZEL in der Periodik des vegetativen Nervensystems und des endokrinen Apparates den Grund für die Rhythmik aller physiologischen Vorgänge.

ASCHOFF, der in jüngster Zeit Untersuchungen über den Tagesgang der menschlichen Körpertemperatur und dessen Ursachen anstellte, lehnte vieles von den alten Ansichten ab.

Äussere Faktoren wie Schlaf, Nahrungsaufnahme, Muskelaktivität, Wechsel von Hell und Dunkel haben seiner Meinung nach nur einen untergeordneten Einfluss auf die Tagesrhythmik. Auch die Veränderungen in der Aussentemperatur sind nicht von Bedeutung. Er glaubte tagesperiodische Funktionen einzelner Organe als Ursache der Temperaturschwankungen ebenfalls ausschliessen zu dürfen.

"Weiterhin" schrieb ASCHOFF "sind unbekannte terrestrische oder kosmische Kräfte unnötig zur Erklärung der 24-Stunden-Periodik; die Summe der an Tier und Mensch erhobenen experimentellen Befunde spricht gegen die Existenz solcher Kräfte".

ASCHOFF gab für die Erscheinung der Rhythmik folgende Erklärung: die Körpertemperatur entsteht aus dem Verhältnis Wärmeproduktion/Wärmeabgabe. Der Apparat der Wärmeproduktion steht ebenso wie die Organe der Wärmeabgabe unter der Kontrolle des regulierenden Zentrums, das als Sitz der Periodik anzusehen ist. So erscheint die Körpertemperatur als Ausdruck der Tätigkeit in der Zentralstelle und ihre tagesperiodischen Schwankungen sind als Auswirkungen der regelmässigen Veränderungen im Zentrum aufzufassen.

Die Frage, ob und inwieweit die Tagesperiodik fixiert sei, beschäftigte immer wieder einzelne Autoren. Sie versuchten durch Veränderung von äusseren Faktoren, vor allem der Lebensweise (Umkehr des Wach-Schlafrhythmus mit Nacharbeit und Ruhe am Tag) eine Umkehr der Temperaturkurve zu erzeugen.

So untersuchte MOSSO 1887 seine eigene Mundtemperatur während einer "normalen Periode" und zum Vergleich während einer Umkehrperiode, wo er tagsüber schlief und in der Nacht arbeitete und ass. Er konnte ein Sinken der Temperatur während des Tages beobachten und das Eintreten des Maximums am Morgen statt am Abend feststellen.

JOHANNSSON gewann bei seinen Selbstversuchen, die unter Fasten und strenger Muskelruhe vorgenommen wurden, eine umgekehrte Tageskurve, in der das Maximum am Morgen und das Minimum am Abend eintrat.

HÖRMANN beobachtete die Vaginaltemperatur einer bettlägerigen stupiden Frau, die drei Tage ohne Speise im Dunkeln gehalten wurde. Er fand eine Umkehr der Temperaturkurve mit dem Höchstwert am Morgen und dem Sinken zum Abend hin.

Im Gegensatz zu diesen Ergebnissen zeigten BENEDICT und SNELL an Hand ihrer ausführlichen Untersuchungen an einem Nachtwächter, dass die umgekehrte Lebensweise keineswegs Veränderungen der Tageskurve hervorruft.

POLIMANTE bestätigte dieses Resultat durch Temperaturbeobachtungen an einem Nachtarbeiter.

Dagegen beschrieben TOULOUSE und PIERON eine ziemlich deutliche Inversion der Temperaturkurve an Krankenschwestern, die einige Monate Nachtdienst leisteten.

Neuerdings konnte man auch bei schnellem Ortswechsel, z.B. bei Flugreisen eine Veränderung der Temperaturkurve beobachten. Innerhalb von 4 - 14 Tagen stellt sich die Tagesperiodik auf die neue Ortszeit um (ASCHOFF).

Wie man an dem umfangreichen Schrifttum sieht, befassten sich zahlreiche Autoren mit der Erscheinung und den Ursachen der Tagesperiodik der Körpertemperatur beim erwachsenen Menschen.

Besonderes Interesse beansprucht nun die Frage, ob die Tagesrhythmik der Körpertemperatur bei der Geburt schon voll ausgebildet ist und wenn nicht, wann dies entsteht.

Um diese Frage zu klären, muss jedoch zunächst das Problem der Wärmeregulation an sich, d.h. der Fähigkeit die Körpertemperatur konstant zu halten, betrachtet werden.

Nach Untersuchungen von EDWARDS und LEICHTENTRITT sind alle Lebewesen zur Zeit der Geburt poikilotherm, d.h. sie passen sich an die

Wärmebedingungen ihrer Umgebung an. Die Fähigkeit zur selbstständigen Wärmeregulation wird erst nach einiger Zeit erreicht.

Diesen Gedanken nahmen einige Autoren auf und zeigten an Hand von Beobachtungen an Neugeborenen, dass sich auch die menschliche Wärmeregulation erst allmählich entwickelt.

BÄRENSPRUNG und SOMMER stellten um 1850 unabhängig voneinander fest, dass sich die Temperatur des Neugeborenen sehr wesentlich von den geregelten Temperaturverhältnissen beim Erwachsenen unterscheidet.

FÖRSTER berichtete 1862, dass feste Regeln über das Verhalten der Temperatur des neugeborenen Kindes nicht aufgestellt werden können.

ERÖSS hat als einer der ersten Untersuchungen über die Temperaturverhältnisse an Neugeborenen gemacht. Er beobachtete die Rectaltemperatur von 100 gesunden Neugeborenen in der ersten Woche nach der Geburt. Die Kinder wurden 4mal am Tag gemessen in Abständen von je 6 Stunden. Die Versuchsergebnisse zeigten, dass sich die Körperwärme deutlich an die Umgebungsbedingungen (Raumtemperatur, Nahrungsaufnahme, Schreien, Baden) anpasste. Von einer selbstständigen Regulation der Körperwärme konnte nicht die Rede sein.

Nach JÜRGENSEN - er untersuchte 3 Neugeborene stündlich - bewegt sich die Körperwärme in der ersten Zeit des extrauterinen Lebens innerhalb weiter Grenzen und unabhängig von der Tageszeit. Denn beim Neugeborenen sei die Körpertemperatur weniger der strengen Gesetzmässigkeit unterworfen. Die Unterordnung unter das Gesetz müsse erst gelehrt werden.

Ähnlich wies BABAK auf die mangelhafte Wärmeregulation des Neugeborenen hin, die sich besonders bei Untersuchungen unter Kälteeinwirkung zeigte.

GENSERICH konnte an Hand von Beobachtungen der Rectaltemperatur bei fünfzehn 5 - 10 Tage alten Kindern ebenfalls feststellen, dass die Thermoregulation unvollkommen war. Die Temperatur zeigte sich bei diesen Untersuchungen sehr abhängig von äusseren Einflüssen wie Kleidung, Bad, Pflege.

MENDELSONH erklärte 1911: "Das Wärmeregulationsvermögen ist bei jungen Säuglingen sehr schlecht, ja völlig unzureichend. Diese Fähigkeit wird erst langsam während der ersten Lebensmonate erworben."

FINKELSTEIN, MAYER und ROSENSTERN beschrieben einen geradezu ideal regelmässigen Tagesverlauf der Temperatur beim gesunden Neugeborenen als Ausdruck der nicht selbstständigen Wärmeregulation.

Dagegen hielten andere Autoren (SALGE, SCHELBLE) diese "Monothermie" für ein Produkt der Pflege und der gleichbleibenden klimatischen Umwelteinflüsse.

MORDHORST war der Ansicht, dass sich der Zeitpunkt, an dem eine selbstständige Wärmeregulation einsetzt, nach dem Grad der Gesundheit des Kindes richtet. Eine genaue Zeit könne man dafür nicht angeben.

BROCK stellte erneut fest, dass die Körpertemperatur des Neugeborenen noch keine Regelmässigkeiten aufweist. Dieses Verhalten entspräche der Lebensweise des neugeborenen Kindes, die nur einen von Nahrungsaufnahme unterbrochenen Schlaf darstellt. BROCK setzte den Eintritt einer selbstständigen Wärmeregulation auf die 4. Lebenswoche fest. Zu diesem Zeitpunkt habe sich das Kind an die veränderten Lebensverhältnisse angepasst und das selbstständige vegetative Leben gelernt.

In neuerer Zeit bestätigten WIEDEMANN und HAUPT diese Ansicht: "In den ersten Lebenstagen besteht beim Neugeborenen eine Regulationschwäche. Das Wärmezentrum, das ja bis zum Augenblick der Geburt ruht, muss erst lernen, seine Funktionen richtig auszuführen. Nach ca. 14 Tagen hat es eine ausreichende regulatorische Fähigkeit erworben."

Im Gegensatz dazu behauptete jedoch HENSEL, Neugeborene würden bereits über die volle Funktionfähigkeit ihres Wärmezentrums verfügen. Bei Kälte sei ganz besonders eine deutliche Stoffwechselsteigerung zu verzeichnen.

WEBER konnte durch Messungen an 14 Neugeborenen feststellen, dass die Körpertemperatur schon vom 2. Lebenstag an stabil war und trotz verschiedentlich exogener Wärmeverluste konstant auf physiologischer Höhe blieb.

Es scheint wichtig, beim Studium der Ausbildung der menschlichen Wärmeregulation auch die Verhältnisse bei gestörter Entwicklung, also beim frühgeborenen Kind zu berücksichtigen.

Nach internationalem Übereinkommen bezeichnet man alle lebend geborenen Kinder, deren Geburtsgewicht weniger als 2500 Gramm beträgt, als Frühgeborene.

Der gesamte Organismus dieser Kinder ist noch unreif und kann sich erst nach vielen Anfangsschwierigkeiten an das extrauterine Leben anpassen. So sind z.B. nur die Zentren des Hirnstammes arbeitsfähig. Die höheren Hirnteile sind entwicklungsgeschichtlich jünger und folglich beim Frühgeborenen noch nicht fertig.

Das zu früh geborene Kind muss Aufgaben bewältigen, die von der Natur eigentlich dem reifen gestellt werden. Im Augenblick der vorzeitigen Geburt erscheinen lebenswichtige Einrichtungen verschieden weit ausgebildet: einzelne Funktionen, die schon im Mutterleib notwendig waren, (z.B. der Kreislauf) erweisen sich beim Frühgeborenen als voll arbeitsfähig. Andere aber sind vor der Geburt überflüssig, z.B. die selbstständige Regelung der Körpertemperatur. Die Fähigkeit zu derartigen Leistungen ist in den letzten Schwangerschaftsmonaten noch im Werden; sie fehlen deshalb, wenn sie plötzlich verfrüht gebraucht werden.

Das unreif geborene Kind verhält sich wie ein Kaltblüter (HELMREICH). Es nimmt die Temperatur seiner Umgebung an und kann deren Einwirkung nicht entgegenarbeiten. So erklären sich die bedeutenden Schwankungen der Temperaturkurve in den ersten Lebenstagen eines Frühgeborenen. Durch die Temperaturunterschiede werden die Hautkapillaren geschädigt, so dass die Blutzirkulation sehr erschwert ist. Dadurch wird die Lebensfähigkeit aller Zellen im Organismus stark herabgesetzt.

Um allzu grosse Schwankungen zwischen hohen und niedrigen Temperaturen zu vermeiden, müssen Frühgeborene eine sorgfältige Wärmepflege haben.

Über die Ursache dieses Unvermögens beim frühgeborenen Kind, die Körpertemperatur selbst zu steuern, finden sich bei den einzelnen Autoren verschiedene Meinungen:

Die Fähigkeit zur Wärmeregulation ist beim nicht ausgetragenen Kind eine "werdende Funktion". Die Unreife des ZNS bei der vorzeitigen Geburt bedingt, dass die Entwicklung der Wärmeregulation, die physiologisch intrauterin abläuft, ins extrauterine Leben verlegt wird. (ROMMEL, MÜLLER). TALBOT betonte in seiner Arbeit über kindliche Hauttemperaturen: "Die Wärmeregulationseinrichtung ist beim Frühgeborenen noch nicht entwickelt." Gleicher Ansicht sind TYSSON, YLLPÖ und BLACKFAN.

GUNDOBIN erklärte ebenfalls die Wärmeregulierung bei unausgetragenen Kindern für unreif und unvollkommen.

Dagegen behauptete ECKSTEIN, es könne von einer Unterentwicklung oder gar Unreife des Zentralorgans bei Frühgeborenen nicht die Rede sein. Er führte die häufig beobachteten Untertemperaturen des frühgeborenen Kindes auf Pflegeschäden infolge mangelnder Wärmezufuhr zurück. Auch die oft angeführte mangelhafte Reaktionsfähigkeit auf Infekte (z. B. tritt bei Sepsis kein Fieber auf) ist nach ECKSTEIN kein Beweis für eine unvollkommene Wärmeregulation. Denn solche asthenischen Reaktionen würden auch bei älteren Säuglingen und grösseren Kindern beobachtet. An Hand seiner eigenen klinischen Beobachtungen an Frühgeborenen, die sich trotz sehr geringer Aufnahmetemperaturen ohne jeden Schaden normal entwickelten - es handelte sich um 21 Fälle mit Temperaturen zwischen 34 und 26 Grad - kam ECKSTEIN zu der Überzeugung, die gesunde Frühgeburt verfüge über eine besonders gut ausgebildete Wärmeregulation.

SCHADOW konnte auf Grund seiner Untersuchungen über den Stoffwechsel des Frühgeborenen feststellen, dass der Grundumsatz um 25% niedriger und damit die Wärmeproduktion des frühgeborenen Kindes bedeutend geringer ist als beim Normalgeborenen. (Beim Frühgeborenen 557,8 Cal/ pro qm Körperoberfläche, während die Norm nach RUBNER 1000 Cal beträgt). Dieser geringen Wärmeproduktion steht infolge der relativ grossen Körperoberfläche eine bedeutende Wärmeabgabe gegenüber. Durch den Fettmangel der Haut ist das Frühgeborene schlecht gegen Wärmeverlust geschützt.

MORDHORST stellte an 8 frühgeborenen Kindern während der ersten Lebenstage Abkühlungsversuche mittels Bewinden von kalter Luft an. Dabei zeigte sich, dass diese Kinder auf die Abkühlung von aussen mit einer deutlichen Stoffwechselsteigerung reagierten. Trotzdem waren 6

davon nicht in der Lage, ihre Temperatur auf physiologischer Höhe zu halten.

MORDHORST folgerte aus diesem Ergebnis: das frühgeborene Kind weist eine starke Labilität seiner wärmeregulatorischen Einrichtungen auf. Jedoch zeigt der Eintritt einer ausgeprägten Stoffwechselsteigerung während einer Abkühlung, dass der frühgeborene Organismus fähig ist, Wärmeverluste durch gesteigerte Wärmeproduktion (besonders in inneren Organen wie der Leber) auszugleichen. Aber die Funktionsfähigkeit dieses Regulationsmechanismus ist infolge der mangelhaften Entwicklung der Zentralstelle noch nicht völlig ausgebildet.

Wie oben ausgeführt hatte BROCK den Eintritt der Wärmeregulation beim Normalgeborenen auf die 4. Lebenswoche festgesetzt. Das neugeborene Kind ist zu Beginn seines Lebens mit der Steuerung des Wärmezentrums noch nicht vertraut, so dass man von einem "fehlenden Training" des Wärmezentrums sprechen könne. Dazu kommt nach BROCK's Ansicht beim Frühgeborenen noch die anatomische Unreife des Zentralnervensystems und damit die des Wärmezentrums.

PEIPER hat sich intensiv mit der Thermolabilität des Frühgeborenen, mit ihren Ursachen und Folgen befasst. Nach seinen Beobachtungen kann es Wochen, sogar Monate dauern, bis ein unreif geborenes Kind seine Körpertemperatur ohne künstliche Hilfe behaupten kann. So muss in der ersten Lebenszeit der Schutz des Mutterleibes von aussen durch eine genügende Wärmepflege ersetzt werden. Den Grund dieser funktionellen Leistungsschwäche sah auch PEIPER in der organischen Unreife des Wärmezentrums.

WIEDEMANN und HAUPT besprachen 1953 im Zusammenhang mit der Unterkühlungsgefahr beim Frühgeborenen die Frage der Wärmeregulation. Nach ihren Angaben bildet sich eine ausreichende Wärmeregulation, wie sie der normalgeborene Säugling schon nach 14 Lebenstagen besitzt, beim Frühgeborenen erst nach 3 - 4 Wochen aus. Die Ursache dafür sahen die Autoren in den ungünstigen körperlichen Verhältnissen: mangelndes Fettpolster, relativ grosse Körperoberfläche bezogen auf das niedrige Gewicht, häufig Nahrungsmangel infolge von Saug- und Trinkschwäche und damit fehlende Wärmeenergie. Jedoch betonten WIEDEMANN und HAUPT ebenfalls die Leistungsschwäche des Wärmezentrums.

Dagegen hielt SERAPHIN eine Schwäche oder Unreife des regulierenden Zentrums für ausgeschlossen, da ein Fehlen dieses wichtigen Systems bei einem an sich lebensfähigen Organismus nicht vorstellbar sei. Auf Grund seiner stömungskalorimetrischen Untersuchungen an Frühgeborenen kam der Autor zur Überzeugung, dass Frühgeborene über eine voll ausgebildete Wärmeregulationseinrichtung verfügen.

Die Poikilothermie des Frühgeborenen erklärte SERAPHIN aus dem ungünstigen Oberflächen-Volumenverhältnis entstanden. Dieses Verhältnis ist beim Frühgeborenen 3 - 4mal ungünstiger als beim Normalgeborenen. Mit zunehmendem Körpergewicht gestaltet sich das Oberflächen-Volumenverhältnis günstiger; damit verbessert sich die Regulationsfähigkeit und die Thermolabilität verschwindet.

Mehrfach befasste sich GLEISS mit der Frage der Wärmeregulation im Rahmen des Problems der Frühgeburtensterblichkeit.

2/3 der Gesamtmortalität der Frühgeborenen sei durch starke Unter- bzw. Auskühlung bedingt. Da es beim frühgeborenen Kind erst allmählich zu einer Stabilisierung der Wärmeregulation kommt, kann man es als Nesthocker bezeichnen, der nach der Geburt ein bestimmt-temperiertes Milieu braucht.

Für die Wärmelabilität des Frühgeborenen machte GLEISS 1953 die primär unreife Thermoregulation verantwortlich.

Neuerdings untersuchte WEBER die Entwicklung der Wärmeregulation an frühgeborenen Kindern. Er stellte an 14 Frühgeborenen über Tage fortlaufende thermoelektrische Messungen der Rectaltemperatur an. Die Kinder waren zu Beginn der Untersuchungen thermolabil, manche geradezu poikilotherm. Erst nach Tagen spielte sich die Thermoregulation ein. Mit zunehmendem Alter trat eine konstante Temperatur auf.

Durch vergleichende Beobachtung der Körpertemperatur an normal- und frühgeborenen Kindern konnte der Autor feststellen, dass der Frühgeborene seine Körperwärme genauso wie der Normalgeborene regeln kann, wenn ihm entsprechende Umweltsbedingungen geboten sind. Was dem reifgeborenen Kind der Uterus während der letzten Schwangerschaftsmomente bietet, muss dem unreifen die künstliche Wärmezufuhr ersetzen.

WEBER schloss aus seinen Untersuchungen, das frühgeborene Kind habe wohl ein labiles, aber kein unreifes Wärmeregulationssystem, Das Wärmезentrum sei hinreichend ausgebildet. Doch das verwickelte und umfangreiche Organsystem der Wärmebildung und -abgabe befinde sich noch im Reifen und könne seine Funktionen nicht voll aufnehmen. So komme es zu einem Missverhältnis zwischen Wärmeproduktion und Wärmeabgabe. Verhindere man die Wärmeabgabe durch künstliche Erwärmung der Umgebung, so verhält sich die Temperatur des frühgeborenen Kindes ähnlich wie beim Neugeborenen gleichen Alters.

Auch HENSEL führte die Thermolabilität des Frühgeborenen nicht auf eine "zentrale Unreife" zurück, sondern auf die quantitativ unzureichende Grösse der Regulationsvorgänge. Der ungünstige Oberflächen-Volumquotient spielt neben dem geringen Fettpolster und der dünnen Haut eine entscheidende Rolle.

Wie man sich im Lauf der Zeit eingehend mit der Entwicklung der Wärmeregulation beim Kind befasste, so war auch die Ausbildung der Tagesrhythmik Gegenstand vieler Untersuchungen.

Durch fortlaufende Messungen der Körpertemperatur an Kindern verschiedener Altersstufen konnten bestimmte Regelmässigkeiten im Tagesverlauf herausgefunden werden.

Vor über 100 Jahren hat sich BÄRENSPRUNG schon mit tagesperiodischen Veränderungen der Körpertemperatur im Kindesalter befasst. Er registrierte 4 mal täglich über mehrere Tage hin die Rectaltemperatur von 4 Kindern im Alter von 3 - 16 Jahren und stellte fest, dass die Temperaturwerte in den Nachmittagsstunden am höchsten, in den Morgen- und Abendstunden dagegen niedriger und nahezu gleich waren.

20 Jahre später untersuchte FINLAYSON an 18 Kindern im Alter von 1 - 10 1/2 Jahren das Vorhandensein eines Tagesrhythmus. Er beschrieb auf Grund seiner 283 Messungen folgende Temperaturkurve des Kindes: Anstieg ab 2^h morgens, den Tag über nur geringfügige Veränderungen, auffallender Abfall zwischen 19 und 21 Uhr und niedrigste Temperaturen um Mitternacht.

PILZ konnte 1870 an älteren Kindern mittels 50 stündlich ausgeführten Messungen ausgiebige Temperaturschwankungen feststellen; er fand die Differenz zwischen Maximum und Minimum grösser als beim Erwachsenen.

Eine Arbeit von DEMME aus dem Jahr 1878 schildert auf Grund von rectalen Messungen an Kindern verschiedener Altersgruppen den Tagesverlauf der Temperatur: das Minimum fällt auf die Morgenstunden, zur Mittagszeit hin steigt die Temperatur, um dann ein deutliches Sinken aufzuweisen. Von 12^h ab findet sich der Anstieg zum Tagesmaximum, das gegen 17^h erreicht wird. Von da an erfolgt ein Fallen der Temperatur mit sehr niedrigen Werten um Mitternacht.

MÜHLMANN hat 1896 an 21 3-5 Tage alten Kindern 3-stündliche Temperaturmessungen im Lauf von 24 Stunden vorgenommen und dabei ebenfalls festgestellt, dass die Temperatur während des Tags bedeutend höher liegt als während der Nacht.

Die Frage nach der Entwicklung der Tagesperiodik und dem zeitlichen Erstauftreten einer Temperaturrehythmik tauchte zu Beginn des 20. Jahrhunderts erneut auf.

JUNDELL und GOFFERJE haben unabhängig voneinander durch umfangreiche Untersuchungen an Kindern aller Altersstufen gleichartige grundlegende Ergebnisse ermittelt.

JUNDELL führte innerhalb von 4 Monaten an 100 Kindern (Neugeborene, Säuglinge und Kleinkinder bis zum 5. Lebensjahr) 6 mal täglich Messungen der Rectaltemperatur durch und stellte aus insgesamt 3000 Einzelmessungen je eine Durchschnittstageskurve für 5 Altersklassen auf. Der Autor konnte die Ansicht von BARENSPRUNG und MÜHLMANN bestätigen, dass beim Neugeborenen während der Nacht niedrigere Temperaturwerte auftraten als am Tag. Jedoch war die nykthemerale Temperaturschwankung sehr klein, sie betrug nur 0,1 Grad C. "Mit zunehmendem Alter" berichtete JUNDELL, nehmen die Temperaturschwankungen an Intensität zu. Es zeigt sich eine von den ersten Lebenstagen bis zu den ersten Lebensjahren stetig und allmählich zunehmende Schwankungsbreite der Tagesfluktuation. "Eine Temperaturperiodik ist also nach JUNDELL's Angaben beim Neugeborenen nur schwach angedeutet. Sobald das Kind beginnt, seine Lebensweise der des Erwachsenen zu

nähern und sich an die Tagesordnung des Erwachsenen anzupassen, bildet sich ein deutlicher Tagesrhythmus heraus und die kindliche Temperaturkurve bekommt Ähnlichkeit mit der des erwachsenen Menschen.

Die Mittelkurven, die JUNDELL für 5 verschiedene Altersgruppen auf Grund seiner ausgedehnten Untersuchungen errechnete, ergeben untereinander gestellt einen ausgezeichneten Überblick über die Entwicklung der Tagesrhythmik der Körpertemperatur.

Da in der Originalarbeit von JUNDELL sämtliche Einzelwerte aufgezeichnet waren, liess sich noch nachträglich für jede Tageskurve in den einzelnen Altersstufen der zugehörige Streubereich errechnen. Dies führte für uns das Max-Planck-Institut für Arbeitsphysiologie in Dortmund aus.

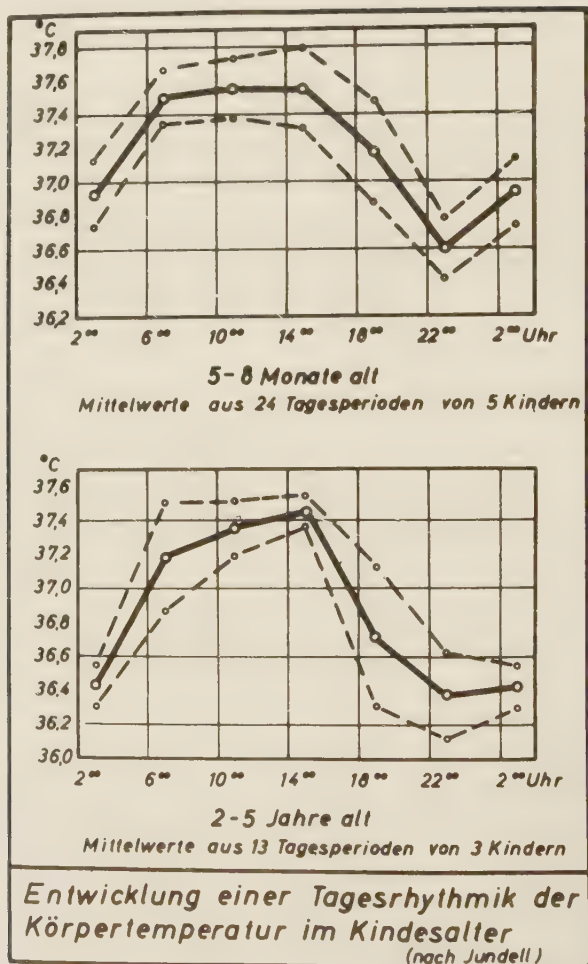
Aus den Mittelwerten beim neugeborenen Kind lässt sich ein nahezu geradliniger Verlauf der Körpertemperatur **ers**ehen, welcher die 37-Grad-Grenze nicht erreicht. Die Andeutung einer Tag-Nacht-Periode, wie sie JUNDELL feststellte und deren Differenz er mit 0,1 Grad C angab, liegt nach unseren Berechnungen völlig im Streubereich. So besteht also beim Neugeborenen noch keine Temperaturperiodik.

Auffallend ist an der Kurve, dass die Morgensteigerung der Temperatur schon nach 2 Uhr beginnt und ein hoher Wert bereits gegen 7 Uhr eintritt. Auch der Nachmittagsabfall der Körperwärme liegt bei 14 Uhr zu einer frühen Stunde.

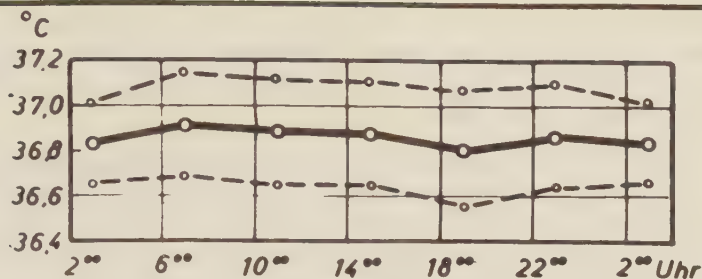
Wir erkennen daran, dass die Temperatur des Neugeborenen in der Kurve nach links verschoben ist. Diese Verschiebung ist dadurch bedingt, dass beim neugeborenen Kind der Anstieg der Temperatur am Morgen und der Abfall gegen den Abend zu sehr früher Zeit erfolgt.

Beim Kind im Alter von 4 bis 9 Wochen hat sich in der Temperaturkurve schon eine recht deutliche Wellenbildung eingestellt. Die Differenz zwischen den Temperaturwerten der Tagperiode von 6 bis 18 Uhr und den Temperaturen der Nachtperiode beträgt etwa 0,3 Grad C. Die Tagperiode weist in dieser Kurve zwei ausgeprägte Gipfel auf: den ersten gegen 8 Uhr und einen zweiten um 15 Uhr. Dazwischen liegt ein langgezogenes Sinken der Temperatur während der Mittagszeit. Zum Abend hin fällt die Körperwärme etwa ab 16 Uhr langsam, aber anhaltend ab.

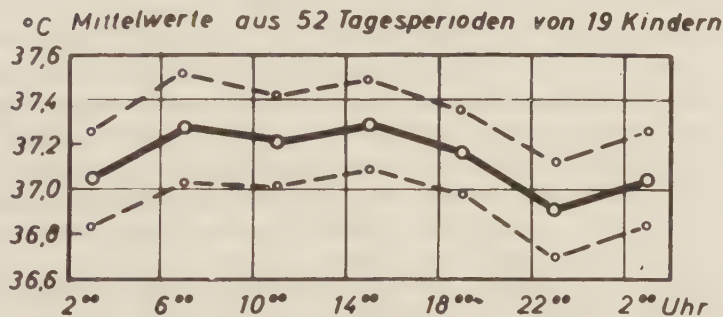
Es ergeben sich folgende Kurven:



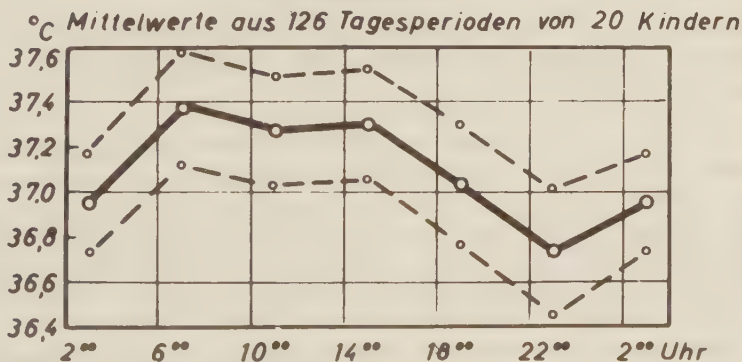
Herrn Dr. Dr. Rutenfranz bin ich für die Überlassung dieser Ergebnisse zu Dank verpflichtet.



1-3 Wochen alt



4-9 Wochen alt



10-16 Wochen alt

Mittelwerte aus 39 Tagesperioden von 8 Kindern

Entwicklung einer Tagesrhythmik der Körpertemperatur im Kindesalter

(nach Jundell)

Mit Beginn der Nachtperiode nach 18 Uhr wird die 37-Grad-Grenze überschritten und der Tiefstwert gegen 22 Uhr erreicht. Das Wiederaufsteigen der Körpertemperatur können wir auch bei dieser Altersgruppe schon bald nach Mitternacht beobachten.

Im Gegensatz zu der ersten Kurve ist die 24-Stunden-Temperatur dieses 1 - 2 Monate alten Kindes deutlicher gegliedert und durch den späteren, langsamen Abfall am Abend in der Kurve etwas nach rechts gewandert. Die Zeichnung, die Aufschluss gibt über die mittleren Werte der Körpertemperatur bei Kindern von 10 bis 16 Wochen, zeigt uns auf den ersten Blick, dass sich nun eine bedeutende Tag-Nacht-Schwankung herausgebildet hat. Wir können dafür einen Wert von 0,6 Grad festsetzen. Den Gang der Körpertemperatur finden wir in dieser Altersstufe deutlich in eine Tagperiode von 6 - 18 Uhr und eine Nachtperiode von 18 - 6 Uhr unterteilt. Der morgendliche Anstieg beginnt wiederum sehr früh: schon gegen 3 Uhr morgens wird die 37-Grad-Grenze überschritten. Die Temperatur steigt steil an und erreicht das Maximum bereits um 7 Uhr morgens. Zum Mittag hin sinkt die Körperwärme deutlich ab. Sie weist nach Mittag gegen 14 Uhr wieder ein Ansteigen und nach 15 Uhr einen zweiten Gipfelpunkt auf. Von dieser Zeit an findet sich anhaltend das Abfallen zu tieferen Werten. Beim Eintritt der Nachtperiode um 18 Uhr überschneidet die Kurve die 37-Grad-Grenze und sinkt anschliessend fortlaufend ab, bis zwischen 23 und 24 Uhr das nächtliche Minimum erscheint. Während der übrigen Nachtstunden steigt die Körpertemperatur rasch und anhaltend wieder an.

Auch diese Kurve vergleichen wir mit denjenigen des jüngeren Kindes: ausser der augenfälligen Vergrösserung der Tagesamplitude sehen wir, dass mit dem Älterwerden und der zunehmenden Entwicklung des Kindes eine allmähliche Rechtsverschiebung der Temperaturtageskurve eintritt; der Grund dafür liegt in dem späteren Einsetzen des Anstiegs der Temperatur am Morgen und des Fallens zum Abend hin.

Studieren wir die Mittelkurve der Körpertemperatur eines 5 - 8 Monate alten Kindes, so erkennen wir die beschriebenen Veränderungen noch bedeutend stärker ausgebildet. Zunächst ist die Schwankungsbreite zwischen dem Wert der Tagperiode und den Temperaturen der Nachtperiode erheblich grösser geworden: wir berechnen einen Unterschied von 0,9°. Die Tagperiode beginnt gegen 6 Uhr und hält bis 18 Uhr an. Wieder

wird die 37-Grad-Grenze kurz nach 3 Uhr überschritten und die Morgenstunden zeigen ein anhaltendes Steigen der Temperatur. Gegen 7 Uhr früh weist die Kurve ähnlich wie beim jüngeren Kind schon einen erheblich hohen Wert auf (37,5 Grad C). Sie verläuft den Tag über bis 14 Uhr in dieser Höhe und steigt gegen 15 Uhr zum Maximum noch etwas an. Recht auffallend ist das darauffolgende Absinken der Körperwärme bis zum Ende der Tagperiode nach 18 Uhr. Die 37-Grad-Grenze wird erst gegen 20 Uhr überschritten und die Nachtperiode weist von 20 Uhr bis 4 Uhr morgens Werte unter 37 Grad auf. Das Minimum erscheint um 23 Uhr. Von da an steigt die Temperatur anhaltend weiter.

Vergleichen wir diese Kurve mit den Mittelwerten der Temperatur bei Kindern von 2 bis 5 Jahren, so erkennen wir sehr deutlich den Einfluss des zunehmenden Alters auf die Tagesrhythmik. Zu der Zeit, wo die Kinder anfangen, einer Tagesordnung zu folgen, wo sie tagsüber auf sind, herumlaufen und seelisch und körperlich ausserordentlich beschäftigt sind, erweisen sich die Schwankungen der Temperatur sehr stark entwickelt. Die Tagesamplitude beträgt nun 1 Grad C.

Beim Vergleich dieser beiden Kurven findet sich besonders auffallend mit zunehmendem Lebensalter das Fortschreiten der Rechtsverschiebung in der Temperaturkurve. Morgens erscheint bei diesen grösseren Kindern ab 3 Uhr der Temperaturanstieg. Die 37-Grad-Grenze wird um 6 Uhr überschritten, genau 3 Stunden später als beim jüngeren Kind. Gegen 8 Uhr tritt ein erster Tageswert auf. Die Temperatur verläuft nun über den Tag hin stetig ansteigend und führt um 15 Uhr zu einem Gipfelpunkt. Diesem folgt ein ausgeprägtes Sinken, so dass die 37-Grad-Grenze kurz vor 18 Uhr überschritten wird.

Im Gegensatz zu den Kurven des jüngeren Kindes findet sich in der breiteren Ausdehnung der Nachtperiode ein wesentliches Merkmal der Körpertemperatur beim älteren Kind: das Absinken der Temperaturwerte ist sehr anhaltend und erstreckt sich über 10 Stunden (von 18 bis 3^h). Beim jüngeren steigt die Temperatur wie oben beschrieben meist schon ab 23 Uhr wieder an, so dass das Absinken in der Nachtperiode auf ungefähr 5 Stunden beschränkt bleibt (18 bis 23 Uhr).

Beim Kind zwischen dem 2. und dem 5. Lebensjahr ist das Minimum gegen 23 Uhr erreicht, die Temperaturkurve verläuft dann fast geradlinig bis 3 Uhr und steigt erst jetzt zu den Morgenwerten an.

Zusammenfassend lassen sich aus dem Vergleich dieser Mittelkurven von JUNDELL zwei wichtige Punkte für die Entwicklung einer Tagesrhythmik der Temperatur aufstellen:

1. Beim Neugeborenen ist die Temperaturtagesperiodik noch nicht vorhanden. Vom 1. Lebensmonat an findet sich jedoch schon eine Differenz zwischen den Temperaturwerten am Tage und während der Nacht. Mit zunehmender geistiger und körperlicher Entwicklung des Kindes wächst die Tag-Nacht-Schwankung und zwar nach JUNDELL's Worten "stetig und allmählich bis zu den ersten Lebensjahren."
2. Die Temperaturkurve wird mit zunehmendem Lebensalter eindeutig nach rechts, d. h. gegen die Nacht zu verschoben.

Einige Jahre nach diesen Untersuchungen von JUNDELL konnte GOFFER-JĚ an Hand von 2-stündlichen Temperaturbeobachtungen bei 9 Kindern im Alter von 3 Wochen bis 3 Monaten zeigen, dass bis zur 4. Lebenswoche wohl der Durchschnitt der Nachttemperatur niedriger war als der Tagwert, dass aber eine richtige "Wellenbildung" noch nicht bestand. Diese trat dann überraschend schnell im Verlauf weniger Tage ein und wurde von Woche zu Woche vertieft. Mit der Ausbildung der körperlichen und geistigen Tätigkeit des Kindes erreichte die Tageskurve Werte wie beim Erwachsenen.

Auch in jüngerer Zeit wurden wiederholt Studien über die Entwicklung der Tagesperiodik der Körpertemperatur gemacht. Die meisten Autoren bestätigten im wesentlichen die Ansichten von JUNDELL und GOFFER-JĚ. Jedoch gehen die Meinungen über den Zeitpunkt des endgültigen Auftretens der Tagesrhythmik auseinander.

BROCK stellte in der 4. Lebenswoche schon Andeutungen einer Tag-Nacht-Schwankung fest, die immer mehr zunimmt und im 2. Halbjahr fest ausgeprägt ist. Zu Beginn des 2. Lebensjahrs gleicht die Tagestemperaturkurve ganz der des Erwachsenen.

Ähnlich fand MULLIN auf Grund seiner Messungen an einem Kind die Temperaturkurve vom 6. Lebensmonat an regelmässig und vom 11. Monat an völlig ausgebildet.

KLEITMAN hat mit TITELBAUM und HOFMAN 1937 ergänzende Untersuchungen über die Entwicklung der Temperaturrehythmik durchgeführt. Ihre 2-stündlichen Temperaturbeobachtungen an Neugeborenen und Kindern von 1/2 bis 13 Jahren ergaben, dass die Schwankungsbreite der Körpertemperatur während des 1. Lebensjahres stufenweise ansteigt, im 2. Lebensjahr aber durch Auftreten von tiefen Nachttemperaturen jäh an Grösse zunimmt. Dadurch erscheinen die täglichen Temperaturschwankungen sehr ausgeprägt und die Temperaturkurve gleicht der des Erwachsenen.

KLEITMAN und seine Mitarbeiter sahen die Ursache dieses **Wendepunkts**, der mit dem 2. Lebensjahr das Einsetzen der Temperaturtageskurve bringt, im Übergang vom vielphasigen Typ des Neugeborenen zum einphasigen des älteren Kindes. Das Kind lernt die Nacht durchzuschlafen, wobei eine Mahlzeit übersprungen wird und es gewöhnt sich stufenweise an die Verlängerung der Wachseinsperiode am Tag. Auch die Erweiterung der kindlichen Aktivität durch das Gehenlernen ist von Einfluss auf die Tagesrhythmik. Denn dadurch nähert sich der Tageslauf des Kindes sehr dem des Erwachsenen.

FANCONI und WALLGREN berichteten 1954: "Erst im Alter von ca 1/2 Jahr stellen sich die typischen Temperaturschwankungen ein, indem die Abendtemperatur höher ist als die Morgentemperatur. Dies ist die Zeit, wo das Kind beginnt, sich selbstständig zu bewegen."

Auch ASCHOFF stellte fest, dass die regelmässigen Temperaturänderungen beim Kleinkind erst in der 2. Hälfte des ersten Lebensjahres nachweisbar seien.

Dagegen konnten de RUDDER und PETERSEN, wie oben ausgeführt, schon an vier 1 - 3 Monate alten Säuglingen einen typischen Temperaturrehythmus erkennen: die Körperwärme war gegen 9 Uhr und abends um 18 Uhr am höchsten, von 12 - 15 Uhr niedriger. Das Minimum erreichte sie gegen 24 Uhr.

de RUDDER und PETERSEN sahen die Ursache dieser frühen Tagesperiodik in einem unbekannten kosmischen Faktor.

Andere Autoren vermuteten, dass die Ausbildung einer Tagesperiodik durch die zunehmende körperliche und geistige Entwicklung des Kindes bedingt sei.

Sobald der Säugling an der Umwelt Anteil nimmt - Wachliegen, Fixieren von Gegenständen und Personen, erstes Lächeln sind Anzeichen dafür - wird er in die tägliche Periodizität miteinbezogen.

Je mehr für ihn Tag und Nacht an Bedeutung gewinnen - der Schlaf wird fortschreitend mehr auf die Nacht konzentriert und die körperliche und geistige Regsamkeit knüpft sich fester an die hellen Stunden - umso intensiver erscheint die Tagesrhythmik.

Mit der weiteren Bewegungsentfaltung und der Zunahme der psychischen Regsamkeit wird die Amplitude der Tageskurve grösser, die Ähnlichkeit mit der Erwachsenenkurve deutlicher.

Beginnt die selbstständige Ortsbewegung des Kindes, so ist seine Temperaturtageskurve gleich der des erwachsenen Menschen.

Beim frühgeborenen Kind fehlt nach den Angaben WEBER's jede Tagesrhythmik. Die Temperaturkurve weist zu Beginn des Lebens infolge der unvollkommenen Wärmeregulation bedeutende unregelmässige Schwankungen auf.

Von der 4. Lebenswoche an beginnt die Körpertemperatur konstanter zu werden. Häufig findet sich bei Frühgeburten nach dem 1. Lebensmonat eine Monothermie, die Wochen andauern kann und bei ausgetragenen Kindern nie in so ausgeprägter Form auftritt (GUNDOBIN; WIEDEMANN und HAUPT).

Die Körpertemperatur des Kindes wird durch die Erscheinungen, die der Tagesablauf mit sich bringt - Wechsel zwischen Bewegung und Ruhe, Wachsein und Schlaf, Hunger und Verdauung - schneller und tiefergreifender beeinflusst als beim Erwachsenen. Damit ist schon ausgesagt, dass die kindliche Temperatur im wesentlichen äusseren Einflüssen unterliegt: Muskelaktivität, geistige Tätigkeit, Nahrungsaufnahme, warme Bäder, Lichteinwirkung steigern die Körperwärme, während bei Hunger, Unterernährung oder beim Schlafetrtritt ein Absinken der Temperatur erfolgt.

Schon vor der Geburt befindet sich das Kind in einer Umgebung, deren Temperatur durchaus nicht konstant ist (GOFFERJE). Denn die Schwangere unterliegt den gleichen Temperaturschwankungen wie alle anderen

Erwachsenen. Der Foetus besitzt dem mütterlichen Organismus gegenüber keine Wärmeregulation; deshalb muss er die Tagesschwankungen seiner Mutter im wesentlichen mitmachen.

Vom Augenblick der Geburt an fallen die Ursachen dieser Temperaturschwankungen weg, das Kind besitzt nun seine eigene Körperwärme. Rectal gemessen beträgt diese bei der Geburt durchschnittlich 37,7 Grad. Sie liegt etwas höher als die des mütterlichen Uterus.

Das Neugeborene kann seine Eigentemperatur noch nicht ausreichend regulieren. Infolge der plötzlich umgewandelten Lebensbedingungen erfolgt in den ersten Lebensstunden ein Temperaturabfall von ungefähr 2 Grad C (GUNDOBIN, BROCK).

Dieser initiale Temperatursturz wird auf die Behandlung des Neugeborenen - Abnabelung, nacktes Liegen, Reinigungsbad - zurückgeführt. -- Die so abgesunkene Körperwärme beginnt nun je nach dem Allgemeinbefinden des Kindes mehr oder weniger schnell zu steigen und hat nach etwa 24 Stunden die Normalhöhe von 36,5 - 37,0 Grad erreicht. Der Grund dafür ist wohl in dem beginnenden Funktionieren des Stoffwechsels zu sehen.

Während der ersten Lebenstage nach der Geburt fällt eine hochgradige Labilität der Körpertemperatur auf. Es finden sich häufig Anstiege bis auf 39 Grad C (sogenannte transitorische Hyperthermie des Neugeborenen). Oft sinkt die Temperatur in dieser Zeit auf subnormale Werte (35 Grad) ab. Diese Labilität der Temperatur ist ein Zeichen des "mangelnden Trainings" des Wärmeregulationsapparates (BROCK).

Nach kurzer Zeit nimmt die Fähigkeit des Kindes zu, Einflüssen der Aussenwelt entgegenzuarbeiten und die Körperwärme auf physiologischer Höhe fast unverändert festzuhalten.

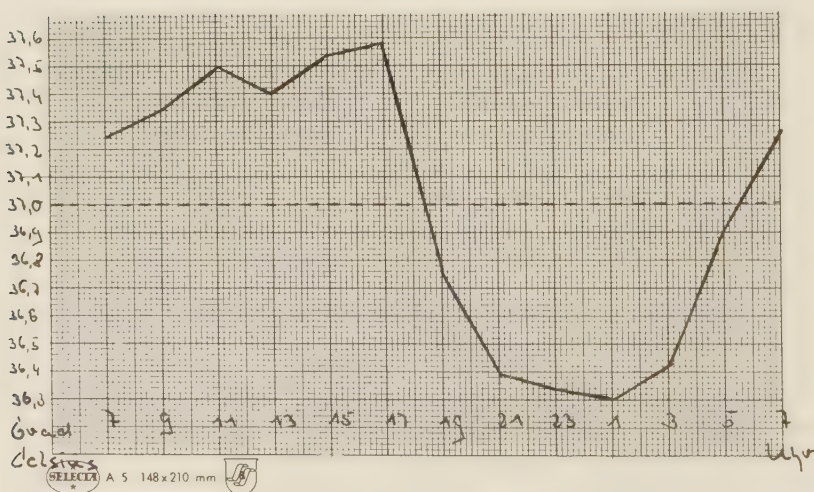
Mit dem beginnenden Interesse an der Umwelt wird eine Tag-Nacht-Schwankung nachweisbar (JUNDELL, GOFFERJÉ). Die Schwankungsbreite beträgt beim Säugling nur wenige Zehntelgrad.

Im Lauf der Entwicklung wird die Schwankungsbreite grösser, die Temperaturkurve bekommt immer mehr Ähnlichkeit mit den Verhältnissen beim Erwachsenen.

Im 2. Lebensjahr wird endgültig die Tageskurve des Erwachsenen eingestellt (KLEITMAN). Nun findet sich der charakteristische Tagesgang mit ausgeprägten Maxima und Minima.

Die durchschnittliche Temperatur des Kindes liegt bei rectaler Messung bei ca 37 Grad C. Um diesen Wert bewegt sich die Tageskurve: am Morgen weist sie eine Steigungstendenz auf, so dass gegen Mittag schon ein hoher Wert erreicht wird. In den Nachmittagsstunden verhält sie sich wechselnd; zwischen 17 und 20 Uhr zeigt sich das Tagesmaximum. Diesem folgt ein rascher Abfall in den späten Abendstunden. In die Zeit nach Mitternacht fallen die tiefsten Werte der Temperatur. In den frühen Morgenstunden steigt sie noch während des Schlafes an, um wieder die vormittägliche Höhe zu erreichen.

Tagestemperaturkurve eines Kindes zwischen dem
2. und 5. Lebensjahr nach JUNDELL



Charakteristisch für den Verlauf der kindlichen Temperatur ist der steile morgendliche Anstieg und das jähe Abfallen gegen die Nacht hin. Auffallend ist auch, dass bei jüngeren Kindern der Anstieg am Morgen und das abendliche Absinken der Werte auf einen früheren Zeitpunkt fallen als bei grösseren Kindern und bei Erwachsenen (JUNDELL, GOFFERJÉ und KLEITMAN).

Der Doppelgipfel der Temperatur, das Auftreten von zwei Tagesmaxima erscheint beim Kind am deutlichsten ausgeprägt (GOFFERJÉ, ASCHOFF).

JUNDELL hatte bei seinen Untersuchungen festgestellt, dass die Tageschwankungen der Temperatur beim Kind im Spielalter grösser sind als beim erwachsenen Menschen (0,95 Grad beim Kind; 0,83 Grad beim Erwachsenen).

van der BOGERT und MORAVEC fanden bei Messungen an 750 Kindern ebenfalls durchschnittlich grössere Tagesamplituden.

WOLFF berichtete von den stark ausgeprägten Tagesschwankungen als einem Charakteristikum des Kindesalters.

Auch HELMREICH und BROCK werteten die grösseren Temperaturschwankungen während 24 Stunden als spezifische Eigenschaft des Kindes.

Die Ursachen dieser Temperaturtagesschwankungen beim Kind sind nach Meinung der verschiedenen Autoren vor allem durch Einflüsse von aussen bedingt.

Die Anpassung des Kindes an den 24-Stundenzyklus von Tag und Nacht erzeugt die Tagesrhythmik.

Die grossen Tagesamplituden der Körpertemperatur werden auf die stärkere Muskelbeanspruchung beim Kind zurückgeführt:

Viel Ruhe gönnt das Kind seinen Muskeln tagsüber nicht; auch seine psychische Tätigkeit ist lebhafter als die des Erwachsenen. Andererseits ist der kindliche Schlaf viel tiefer als im späteren Leben. Die Nahrungsaufnahme und die damit verbundenen Vorgänge im und am Darmkanal, die beim Erwachsenen nur eine untergeordnete Rolle für die Erklärung der Tagesschwankungen spielen, sind beim Kind von bedeutenderem Einfluss.

So stehen exogene Faktoren bei der Erklärung der Temperaturtagesrhythmik des Kindes im Vordergrund.

Seit den bahnbrechenden Untersuchungen von JUNDELL und GOFFERJE zu Beginn unseres Jahrhunderts haben sich viele Autoren mit dem Verhalten und den tagesperiodischen Veränderungen der Körpertemperatur beim Kind befasst. Doch beziehen sich ihre Beobachtungen meist auf das Säuglings- und Kleinkindesalter.

Es schien deshalb angebracht, das Verhalten der Körpertemperatur und die Erscheinung der Tagesrhythmik auch an grösseren Kindern zu studieren.

Zu diesem Zweck führten wir fortlaufende Messungen der Körpertemperatur an Kindern im Schulalter durch.

Wir untersuchten in 136 Tagesverläufen 29 Kinder, die sich auf folgende Altersstufen verteilten:

Lebensalter	Anzahl der Kinder	Anzahl der Tagesverläufe
3	1	6
5	1	3
7	1	4
8	4	18
9	4	18
10	3	15
11	4	19
12	4	20
13	4	21
14	2	7
15	1	5

Die Gesamtzahl der Einzelmessungen betrug 1604.

Für die Messungen verwandten wir Zyclotestthermometer, die seit Jahren in der Gynaekologie zur Bestimmung der Basaltemperatur gebraucht werden. Diese Thermometer sind besonders genau abzulesen und wegen ihrer übersichtlichen Skala gut geeignet. Die Thermometer wurden vor Beginn der Untersuchungen im Wasserbad geeicht und mit einem Normalthermometer bei 37 Grad C verglichen. Alle Untersuchungen wurden mit diesen Thermometern ausgeführt.

Für die Untersuchungen waren drei Messreihen angesetzt:

Eine erste Untersuchungsreihe konnten wir im städtischen Waisenhaus München vom 2.1. - 7.1.56 durchführen.

Das Milieu dieses Waisenhauses ist auf das Familienprinzip abgestimmt: in einer abgeschlossenen Etage wachsen dort Kinder beiden Geschlechts in allen Altersstufen vom Säugling bis zur Pubertät unter der Obhut einer "Familienmutter" gemeinsam auf. Die Kinder fühlen sich in ihrer "Familie" sehr wohl und leben in einem gleichmässigen, zwanglosen Tageslauf.

Zu den Untersuchungen standen uns 17 Kinder aus zwei "Familien" des Hauses zur Verfügung. Davon war ein Kind im 7. Lebensjahr, zwei im 8., zwei im 9., drei im 10., zwei im 11., zwei im 12., drei im 13., eins im 14. und eins im 15. Lebensjahr.

Die Körpertemperatur wurde bei den bestimmten Kindern regelmässig zu den ungeraden Stunden des Tages und der Nacht fortlaufend gemessen. Dabei hielten wir, soweit möglich, die gleiche Reihenfolge ein, damit die einzelnen Kinder immer wieder zur gleichen Zeit untersucht wurden.

Die Temperatur wurde im Rectum gemessen. Um die Grundumsatzbedingungen bei allen Untersuchungen möglichst gleich zu halten, mussten sich die Kinder tagsüber vor jeder Messung etwa 5 bis 10 Minuten auf ihr Bett legen und sich ruhig verhalten. Nachts untersuchten wir die Kinder im Schlaf.

Das eingefettete Thermometer wurde bei allen Messvorgängen gleichweit in den After eingeführt. Es blieb jeweils vier Minuten liegen (diese Zeit bestimmten wir genau mit Hilfe des Sekundenzeigers der Uhr) und wurde dann abgelesen.

Für jedes Kind hatten wir ein eigenes Messblatt angelegt mit den persönlichen Daten und den Untersuchungsergebnissen. Jeder Messwert wurde sofort nach der Untersuchung eingetragen, dazu eine Bemerkung über den Zustand, in dem sich das Kind befand.

Die Reinigung des Thermometers erfolgte nach jeder Messung und zwar zuerst mit einer desinfizierenden Lösung und dann mit Wasser und Watte.

Diese Untersuchungen fielen in die Zeit der Weihnachtsferien, die Kinder hatten schulfrei. So bot sich uns die Gelegenheit, den gesamten Tagesablauf der Kinder zu beobachten und seine Einwirkung auf den Temperaturrehythmus zu studieren.

Es wurde gegen 8 Uhr aufgestanden und nach der Morgentoilette gefrühstückt. Die Vormittagsstunden waren ausgefüllt mit Spielen, Basteln, Handarbeiten etc., bei den grösseren Kindern auch mit leichteren häuslichen Arbeiten. Das Mittagessen nahmen die Kinder um 12 Uhr ein. Danach folgte ein kurzer Schlaf. Während der übrigen Stunden hatten sie wieder Freizeit, die sie meist beim Spiel, manchmal auch im Freien verbrachten. Das Abendessen war auf 18 Uhr festgesetzt und mit grosser Regelmässigkeit gingen alle Kinder gegen 20 Uhr zu Bett.

Wir versuchten durch unsere Messungen den Tagesablauf möglichst wenig zu stören.

Morgens untersuchten wir die Kinder vor dem Frühstück noch im Bett. Untertags mussten sie zwar für kurze Zeit von ihrer jeweiligen Beschäftigung weggeholt werden, was sie aber kaum als störend empfanden. Nachts achteten wir auf grösstmögliche Ruhe und führten die Messungen bei Taschenlampenbeleuchtung durch. Einzelne Kinder wachten anfangs bei den nächtlichen Messungen auf. Im gesamten gewöhnten sie sich rasch an die 2-stündigen Messungen und liessen sich dadurch nicht im Schlaf stören.

Die Kinder fühlten sich durch diese Untersuchungen nicht wesentlich in ihrer Ferienfreude beeinträchtigt. Sie waren freundlich und folgsam, so dass die Messungen in Ruhe verlaufen konnten.

Diese Untersuchungsreihe ergab 84 Tagesverläufe mit 1016 Einzelmessungen.

Eine zweite Untersuchungsreihe wurde an der Universitäts-Kinderpoliklinik München vom 15.2. - 19.2.56 durchgeführt. Dabei wurden 7 rekonvalescente Kinder untersucht, von denen eins 5 Jahre, zwei 8, eine 9, eins 11, eins 12 und eins 14 Jahre alt war.

Da wir bei dieser Versuchsanordnung den Einfluss von äusseren Faktoren wie lebhaftes Muskeltätigkeit und körperliche Bewegung ausschliessen wollten, legten wir besonderen Wert auf eine strenge, den ganzen Tag andauernde Bettruhe. Die Kinder verbrachten die Untersuchungstage im Bett, sie spielten und nahmen auch die Mahlzeiten liegend ein.

Da wir aus den Ergebnissen der 1. Untersuchungsreihe den Temperaturverlauf während der Nachtstunden mit einem Sinken zum Tiefstwert nach Mitternacht und einem Anstieg während der frühen Morgenstunden bei allen Kindern eindeutig gefunden hatten, verzichteten wir auf weitere Nachtmessungen.

Wir bestimmten in dieser Messreihe die Rectaltemperatur der Kinder in gleicher Weise wie bei den ersten Untersuchungen.

Um möglichst genaue Kurven zu erhalten, wurde die Temperatur zwischen 7 Uhr morgens und 21 Uhr abends jede Stunde gemessen.

Leider trat während dieser Untersuchungstage im Februar 1956 eine Grippepelle auf, so dass drei der 7 beobachteten Kinder erhöhte Temperaturen bekamen. Die begonnenen Untersuchungen wurden trotzdem fortgesetzt.

Es ergaben sich 26 Tagesverläufe mit 388 Einzelmessungen.

Um das Untersuchungsmaterial zu vervollständigen, wurde eine dritte Untersuchungsreihe vom 26.4. - 2.5.1956 angesetzt.

Auch diesmal standen uns Rekonvaleszenten der Universitäts-Kinderpoliklinik zur Verfügung. Dabei handelte es sich um 5 Kinder, von denen eins 3 Jahre, eins 8, eins 11, eins 12 und eins 13 Jahre alt war.

Die Untersuchungen wurden wieder unter Beobachtung von strenger Bettruhe durchgeführt. Die Kinder verbrachten die Untersuchungstage einschliesslich der Mahlzeiten im Bett.

Wir bestimmten die Rectaltemperatur 2-stündlich, immer zu den ungeraden Stunden des Tages und zwar in der Zeit von 7 Uhr morgens bis 21 Uhr abends. Nachts wurde nicht gemessen.

Erhöhte Temperaturen traten während dieser Untersuchungsreihe nicht auf.

Das Ergebnis der dritten Untersuchungsreihe waren 26 Tagesverläufe mit 200 Einzelmessungen.

Untersuchungsgut

Lfd. Nr. des Kindes	N a m e	geb. am	Alter (Jahre)	Gewicht kg	Größe cm	Zahl der Mahl- zeiten	Ort der Mes- sun- gen	Zahl der Tages- verläufe
1	P. Brigitte	19.11.48	7	23,9	121	4	W	4
2	F. Hansi	4. 5.47	8	30,8	130	4	W	5
3	F. Sebastian	5. 2.47	9	31,5	137	4	W	5
4	M. Christa	5.10.46	9	27,4	136	4	W	5
5	M. Günther	5.10.46	9	28,3	132	4	W	5
6	Ch. Peter	13.11.45	10	29,4	121	4	W	5
7	D. Werner	9. 3.46	10	28,7	130	4	W	5
8	Sch. Herbert	6. 3.46	10	35,7	143	4	W	5
9	H. Gabriele	28. 4.45	11	45,9	147	4	W	5
10	M. Elka	25. 4.45	11	24,8	134	4	W	5
11	H. Sieglinde	16. 4.44	12	38,2	142	4	W	5
12	U. Franz	30. 8.43	12	36,1	140	4	W	5
13	G. Elfriede	5. 5.42	13	42,3	150	4	W	5
14	H. Edeltraut	22. 3.43	13	49,6	156	4	W	5
15	Sch. Evi	9. 7.43	13	42,5	157	4	W	5
16	B. Gerhard	25.10.42	14	40,4	153	4	W	5
17	v. D. Gloria	22.11.41	15	46,0	155	4	W	5
18	R. Rosemarie	30.10.50	5	19,2	110	5	K	3
19	Z. Gerhard	4.12.47	8	18,3	111	5	K	4
20	Sch. Brigitte	5.12.43	12	24,0	130	5	K	4
21	B. Walter	25. 6.42	14	43,1	156	5	K	2
22	Sch. Alfred	16. 5.48	8	21,0	115	5	K	5
23	B. Hannelore	11.11.46	9	42,7	134	5	K	3
24	W. Gabriele	18. 9.44	11	42,2	156	5	K	5
25	E. Werner	22. 2.53	3	12,0	90	5	K	6
26	S. Christian	29. 1.48	8	23,7	125	5	K	4
27	P. Irmgard	9. 7.56	11	56,5	150	5	K	4
28	E. Günther	20.10.44	12	38,4	142	5	K	6
29	Sch. Erika	27. 8.43	13	28,6	131	5	K	6

W = Waisenhaus München; K = Universitätskinderpoliklinik München.

Untersuchungsergebnisse

Um einen Überblick über die Ergebnisse dieser Temperaturbeobachtungen zu bekommen, teilten wir das Untersuchungsgut in zwei Gruppen ein. Wir nahmen 14 Kinder, die zur Zeit der Untersuchungen im Alter unter 10 Jahren und 6 Monaten standen, in eine Gruppe 1 zusammen und stellten ihr eine Gruppe 2 gegenüber, welche 15 Kinder umfasste, die älter waren als 10 Jahre und 6 Monate.

Da JUNDELL beobachtet hatte, dass sich die Körpertemperatur des jüngeren Kindes erheblich von der des älteren unterscheidet, wählten wir für unser Untersuchungsgut diese altersgebundene Einteilung. Mit ihrer Hilfe suchten wir festzustellen, ob sich auch aus unseren Temperaturuntersuchungen altersspezifische Unterschiede ergäben.

In Gruppe 1 standen die Kinder:

E. Werner	3 Jahre	F. Sebastian	9 Jahre
R. Rosemarie	5 "	M. Christa	9 "
P. Brigitte	7 "	M. Günther	9 "
F. Hansi	8 "	B. Hannelore	9 "
Z. Gerhard	8 "	Ch. Peter	10 "
Sch. Alfred	8 "	D. Werner	10 "
S. Christian	8 "	Sch. Herbert	10 "

Bei diesen Kindern der Gruppe 1 haben wir 781 Einzelmessungen durchgeführt.

In Gruppe 2 standen die Kinder:

H. Gabriele	11 Jahre	E. Günter	12 Jahre
M. Elka	11 "	G. Elfriede	13 "
W. Gabriele	11 "	H. Edeltraut	13 "
P. Irmgard	11 "	Sch. Evi	13 "
H. Sieglinde	12 "	Sch. Erika	13 "
U. Franz	12 "	B. Gerhard	14 "
Sch. Brigitte	12 "	B. Walter	14 "
		v. D. Gloria	15 "

Bei den Kindern dieser Gruppe 2 haben wir 823 Einzelmessungen durchgeführt.

(Nähere Angaben über die einzelnen Kinder sind aus der Tabelle über das Untersuchungsgut zu ersehen).

Nun wurde für jede Gruppe aus der Summe aller Einzelmessungen der mittlere Temperaturwert und die Streuung für jede Messzeit berechnet.

Die Berechnung des mittleren Temperaturwertes (AM) und der Streuung (s) erfolgte nach folgenden Formeln:

$$AM = \frac{(\sum x)}{n}$$

($\sum x$) = Summe aller Einzelwerte

$$x_1, x_2, \dots, x_n$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x-AM)^2}{n-1}}$$

($x-AM$) = Summe aller Differenzen zwischen den Einzelwerten von x und dem arithmetischen Mittel AM.

Durch diese Berechnungen erhielten wir für beide Gruppen jeweils den mittleren Temperaturwert und den dazugehörigen Streubereich zu den einzelnen Untersuchungsstunden.

Um das Verhalten der Körpertemperatur während der einzelnen Tages- und Nachtstunden übersichtlich darzustellen, unterteilten wir unsere Ergebnisse in eine Tagperiode von 8 - 20 Uhr und eine Nachtperiode von 21 - 7 Uhr.

Die so erhaltenen Werte lassen sich wie folgend übersehen:

Tagperiode :

Gruppe 1 :

Zeit	8 ^h	9 ^h	10 ^h	11 ^h	12 ^h	13 ^h	14 ^h	15 ^h	16 ^h	17 ^h	18 ^h	19 ^h	20 ^h
AM	37,11	37,04	37,35	37,33	37,30	37,15	37,45	37,27	37,58	37,36	37,58	37,37	37,45
σ	0,31	0,25	0,18	0,27	0,24	0,33	0,32	0,31	0,31	0,27	0,27	0,36	0,31
n	24	33	24	33	24	33	24	33	24	33	24	33	24

Gruppe 2 :

Zeit	8 ^h	9 ^h	10 ^h	11 ^h	12 ^h	13 ^h	14 ^h	15 ^h	16 ^h	17 ^h	18 ^h	19 ^h	20 ^h
AM	36,42	37,25	37,29	37,41	37,18	37,38	37,40	37,48	37,41	37,43	37,40	37,46	37,29
σ	0,37	0,30	0,36	0,27	0,42	0,28	0,32	0,28	0,43	0,25	0,40	0,29	0,40
n	26	37	26	37	26	37	26	37	25	37	26	37	26

AM = mittlerer Temperaturwert

σ = Streubereich

n = Anzahl der Einzelmessungen

Nachtperiode :

Gruppe 1 :

Zeit	21 ^h	22 ^h	23 ^h	24 ^h	1 ^h	2 ^h	3 ^h	4 ^h	5 ^h	6 ^h	7 ^h
AM	36,65	36,53	36,23	36,14	36,04	36,16	36,02	36,25	36,21	36,51	36,73
σ	0,40	0,40	0,19	0,30	0,23	0,16	0,25	0,16	0,33	0,21	0,42
n	33	16	19	16	19	16	19	16	19	16	31

Gruppe 2

Zeit	21 ^h	22 ^h	23 ^h	24 ^h	1 ^h	2 ^h	3 ^h	4 ^h	5 ^h	6 ^h	7 ^h
AM	36,85	36,59	36,42	36,22	36,13	36,21	36,15	36,34	36,25	36,48	36,83
σ	0,46	0,25	0,23	0,22	0,20	0,27	0,19	0,29	0,19	0,21	0,43
n	37	19	24	19	24	19	24	19	24	19	37

AM = mittlerer Temperaturwert

σ = Streubereich

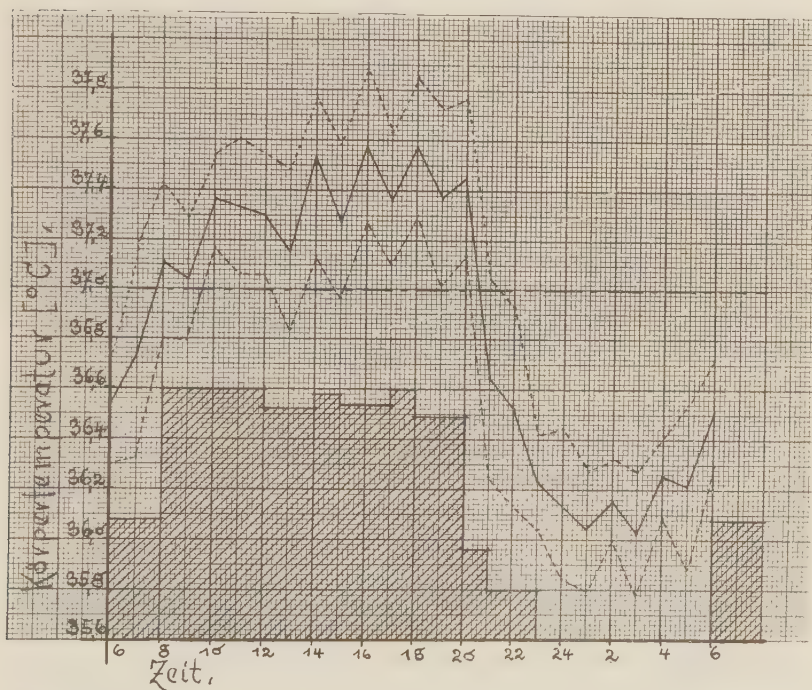
n = Anzahl der Einzelmessungen

Für jede Gruppe stellten wir nun aus den errechneten Temperaturmittelwerten eine graphische Kurve auf, in welche auch der Streubereich eingetragen wurde.

Ausgezogene Linie - Temperaturmittelkurve.

Gestrichelte Linien-Streubereich.

Aus den Berechnungen der Temperaturwerte bei Kindern vom 3. - 10. Lebensjahr - Gruppe 1 - ergab sich folgende Temperaturtageskurve:



Nach unseren Beobachtungen verläuft die Körpertemperatur eines gesunden Kindes zwischen dem 3. und dem 10. Lebensjahr bei normaler Lebensweise um einen Wert von etwa 37 Grad C. Während der Tagperiode liegt die Temperatur im gesamten höher und das Maximum mit durchschnittlich 37,6 Grad wird in den Nachmittagsstunden erreicht. In der Nachtperiode sind durchwegs niedrigere Temperaturen zu verzeichnen; der mittlere Tiefstwert tritt mit etwa 36,0 Grad nachts um 3 Uhr auf. - Die Tagesamplitude, d. h. die Schwankungsbreite zwischen dem Maximum und dem Minimum beträgt 1,56 Grad.

Das Minimum der Temperatur während 24 Stunden tritt also, wie oben erwähnt, um 3 Uhr morgens mit 36,02 Grad ein. Von dieser Zeit an beginnt die Temperatur langsam zu steigen: um 4 Uhr ist ein Wert über 36,2 Grad zu verzeichnen. Gegen 5 Uhr bemerken wir zwar ein nochmaliges geringes Absinken der Körperwärme; jedoch steigt sie ab 5 Uhr kontinuierlich an, so dass um 6 Uhr ein Wert von 36,51 Grad erlangt ist. Die 37-Grad-Grenze wird zwischen 7 und 8 Uhr morgens überschritten. Gegen 9 Uhr können wir ein kurzes Sinken der Körpertemperatur feststellen, darauffolgend jedoch bis 10 Uhr einen steilen Anstieg beobachten. Um 10 Uhr hat die Körperwärme mit 37,35 Grad eine beträchtliche Höhe erreicht. Nun folgt ein langsames Absinken, das drei Stunden dauert. Um 13 Uhr tritt der Tiefstwert dieser Mittagssenke ein. Mit 37,15 Grad ist die Temperatur zu Mittag dem Wert um 8 Uhr morgens ähnlich. In der Zeit von 13 - 14 Uhr findet sich ein erneuter Anstieg der Temperatur. In den Nachmittagsstunden zeigt die Körperwärme drei Gipfelpunkte um 14, 16 und 18 Uhr. Dazwischen - um 15, 17 und 19 Uhr - liegen ausgeprägte Senken. Das Maximum mit 37,58 Grad fällt auf die Zeit um 16 Uhr.

Die 37-Grad-Grenze wird zwischen 20 und 21 Uhr absteigend überschritten. Der erste Nachtwert um 21 Uhr liegt bei 36,65 Grad und entspricht den Temperaturverhältnissen zwischen 6 und 7 Uhr morgens. Von 21 Uhr sinkt die Körperwärme bis nachts 1 Uhr anhaltend ab. Wir verzeichnen um 1 Uhr eine Temperaturhöhe von 36,04 Grad. Zwischen diesem Punkt und dem Minimum um 3 Uhr (36,02 Grad) beobachten wir um 2 Uhr einen Temperaturanstieg, der einen Wert von 36,16 Grad ergibt.

Aus den Berechnungen unserer Temperaturwerte bei Kindern über 10 Jahren - Gruppe 2 - ergab sich folgende Temperaturtageskurve:



Nach unseren Beobachtungen verläuft die Körpertemperatur des gesunden Kindes im Alter von 10 - 15 Jahren bei normaler Lebensweise um den Mittelwert von 37 Grad. Wir können auch hier auf den ersten Blick feststellen, dass die höheren Temperaturwerte während der Tagperiode zwischen 8 und 20 Uhr auftreten. Das Maximum fällt mit 37,5 Grad gegen 15 Uhr in die Nachmittagsstunden. Während der Nachtperiode zwischen 21 Uhr und 7 Uhr sind im ganzen tiefere Temperaturen zu verzeichnen. Das Minimum erscheint mit 36,1 Grad Durchschnittswert um 1 Uhr nachts. Die Tagesamplitude beträgt 1,35 Grad C.

Wie oben erwähnt, erreicht die Körpertemperatur ihren niedrigsten Wert bei 36,13 Grad C um 1 Uhr nachts. In der darauffolgenden Stunde findet sich ein kurzer Anstieg um 0,08 Grad, dem sofort wieder ein Absinken folgt. Ab 3 Uhr können wir ein Steigen der Temperatur beobachten, so dass um 4 Uhr ein Wert von 36,34 Grad erlangt wird. Von

5 Uhr morgens an ist ein langsamer Anstieg der Temperatur zu verzeichnen, der im Lauf von 2 Stunden 0,58 Grad C umfasst. Zwischen 7 und 8 Uhr morgens fällt die Körpertemperatur nochmals steil ab und erreicht um 8 Uhr den Wert 36,42 Grad, welcher den Temperaturverhältnissen um 23 Uhr nachts entspricht. Dann aber steigt die Temperatur in der Zeit von 8 - 9 Uhr ausgeprägt an: in dieser einen Stunde erhöht sie sich um 0,83 Grad. In dieser Zeit wird auch die 37-Grad Grenze überschritten. Um 11 Uhr beträgt der Temperaturwert 37,42 Grad. In der Mittagsstunde um 12 Uhr fällt die Körperwärme um 0,2 Grad ab; dadurch erscheint in der Kurve eine ausgeprägte Mittagssenke. Von dieser Zeit an findet sich bis 15 Uhr ein fortlaufender Anstieg der Körpertemperatur, so dass um 15 Uhr das Tagesmaximum mit 37,48 Grad C erreicht ist. Über die Nachmittagsstunden können wir einen nahezu geradlinigen Verlauf der Temperatur um den Wert von 37,4 Grad beobachten. Um 19 Uhr ist ein zweiter Gipfelpunkt zu verzeichnen. In den folgenden Stunden sinkt die Temperatur fortlaufend ab. Die 37-Grad-Grenze wird absteigend zwischen 20 und 21 Uhr überschritten. Nächtlich tiefe Werte erscheinen ab 22 Uhr. Bis zum Eintritt des Minimums um 1 Uhr (36,13 Grad) fällt die Temperatur in den Stunden vor Mitternacht weiterhin ab.

Vergleichen wir diese beiden Temperaturkurven miteinander, so können wir ausser geringfügigen Abweichungen keine wesentlichen Unterschiede feststellen.

Beide Kurven zeigen einen morgendlichen Anstieg, eine Senke zum Mittag hin und das Tagesmaximum in den Nachmittagsstunden. Besonders gleichsinnig verläuft die Temperatur in beiden Kurven während der Abend- und Nachtstunden. Das Minimum tritt jeweils in den Stunden nach Mitternacht ein.

So können wir als 1. Ergebnis unserer Untersuchung festhalten:

Die Temperaturtageskurve verläuft bei Kindern von 5 bis 10 Jahren annähernd gleich wie bei Kindern über 10 Jahre. Es besteht in dieser Hinsicht kein Altersunterschied.

Um zu untersuchen, ob der vorstehende Tagesverlauf der Temperatur zufällig ist, oder ob statistisch nachweisbare Unterschiede zwischen den Werten zu verschiedenen Tagesstunden bestehen, überprüfen wir verschiedene Messwerte auf Signifikanz. Um eine Wahrscheinlichkeit von 99,8 % zu gewährleisten, wählten wir als Grenze den dreifachen σ -Bereich.

Die Signifikanzprüfung erfolgte nach folgender Formel:

$$t_{36} = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_2} + \frac{s_2^2}{n_1}}}$$

$\bar{x}_1$ und $\bar{x}_2$ sind die beiden Mittelwerte,
 s_1 und s_2 der zugehörige Streubereich
 n_1 und n_2 die Anzahl der jeweiligen
 Einzelmessungen.

Bei einem Freiheitsgrad $n=100$ muss $t = 3,1$ sein, um eine statistische signifikante Differenz zwischen den beiden Mittelwerten sichern zu können.

Wir wählten für diese Untersuchungen:

1. Die Werte des Tagesmaximums und des Nachtminimums in beiden Gruppen.
2. Zur Sicherung die höchsten Nacht- und die tiefsten Tagwerte in beiden Gruppen.
3. Da in beiden Gruppen eine Mittagssenke um 12 Uhr bzw. 13 Uhr aufgetreten war, wurden auch diese Temperaturwerte im Vergleich zu den Werten um 11 Uhr untersucht.
4. Die Werte der Mittagssenke und das Tagesmaximums in beiden Gruppen.

Diese Signifikanzprüfungen ergaben in

Gruppe 1:

	Max. 16 Uhr	Min. 3 Uhr	T. T. 9 Uhr	H. N. 21 Uhr	11 Uhr	13 Uhr	16 Uhr	13 Uhr
AM	37,58	36,02	37,04	36,65	37,33	31,15	37,58	37,15
G	0,31	0,25	0,25	0,40	0,27	0,33	0,31	0,33
n	24	19	33	33	33	33	24	33
Diff. $\pm t$	17,9		4,72		2,4		4,94	
	sehr signifikant		signifikant		wahrscheinlich signifikant		signifikant	

Gruppe 2

	Max. 15 Uhr	Min. 1 Uhr	T. T. 8 Uhr	H. N. 21 Uhr	11 Uhr	12 Uhr	15 Uhr	12 Uhr
AM	37,48	36,13	36,42	36,85	37,41	37,18	37,48	37,18
G	0,28	0,20	0,37	0,46	0,27	0,42	0,28	0,42
n	37	24	26	37	37	26	37	26
Diff. $\pm t$	20,1		3,94		2,64		3,45	
	sehr signifikant		signifikant		signifikant		signifikant	

Max. = Tagesmaximum, Min. = Nachtminimum.

T. T. = Tiefster Tageswert, H. N. = Höchster Nachtwert der Körpertemperatur

Mit Hilfe dieser Untersuchungen konnten wir in beiden Altersgruppen zwischen dem Tagesmaximum um 16 bzw. 15 Uhr und dem Nachtminimum um 3 bzw. 1 Uhr jeweils eine signifikante Differenz errechnen.

Also besteht in der Temperaturtageskurve des Kindes zwischen dem Höchstwert am Nachmittag und dem Tiefstwert nach Mitternacht ein echter Unterschied, der ausserhalb des Zufallsbereiches liegt und als gesichert angesehen werden kann.

Wir stellten ferner zwischen dem tiefsten Tagwert (9 bzw. 8 Uhr und dem höchsten Nachtwert (21 Uhr) in jeder Gruppe jeweils signifikante Differenzen fest.

So können wir auch die Unterschiede zwischen den Minima der Tagperiode und den Maxima der Nachtperiode als nicht zufällig bedingt, sondern als echt ansprechen.

Das Absinken der Körpertemperatur in der Mittagszeit, dass wir in unseren beiden Kurven beobachten konnten, erwies sich, verglichen mit dem Temperaturwert um 11 Uhr, in Gruppe 1 als wahrscheinlich signifikant, in Gruppe 2 als signifikant.

Ob nun wirklich ein Absinken der Temperaturwerte in der Mittagszeit vorliegt, wie unsere Werte $t = 2,4$ und $2,64$ ergeben, oder ob dieses Sinken zufallsbedingt ist, können wir auf Grund unseres geringen Untersuchungsmaterials nicht entscheiden.

Dagegen ergaben sich beim Vergleich der Temperaturwerte des Tagesmaximums (16 bzw. 15 Uhr) und der der Mittagssenke (13 bzw. 12 Uhr) in beiden Altersgruppen signifikante Differenzen.

So liegt also der Anstieg der Körpertemperatur nach der Mittagssenke nicht im Zufallsbereich, sondern ist statistisch erwiesen.

Als 2. Ergebnis unserer Untersuchungen können wir festhalten:

In den Temperaturtageskurven des Kindes erweisen sich gesicherte Unterschiede sowohl zwischen dem Tagesmaximum und dem Nachtminimum, wie auch zwischen dem Tagminimum und dem Nachtmaximum.

Eine Mittagssenke der Temperatur erweist sich in unseren Kurven als statistisch gesichert; jedoch ist dieses Ergebnis wegen der geringen Anzahl von Messungen nicht völlig eindeutig.

Sichere Unterschiede bestehen auch zwischen den Werten der Mittagstemperatur und dem nachmittäglichen Tagesmaximum.

Aus unseren Temperaturdurchschnittskurven geht klar hervor, dass die Temperaturwerte während der hellen Stunden der Tagperiode (8-20 Uhr) höher liegen als zur Zeit der Nachtperiode. (21 - 7 Uhr).

Wir versuchten nun, diese Tatsache mit dem Verhalten der Kinder während der Untersuchungen in Beziehung zu bringen, um einen eventuellen Einfluss des Schlafes auf die Körpertemperatur festzustellen.

Deshalb stellten wir aus den Notizen und Anmerkungen unserer Messblätter die Schlaf - Wach - Verteilung der Kinder während der Untersuchungstage zusammen und erhielten folgende Tabelle:

Gruppe 1 (bis zu 10 Jahren):

Gruppe 2 (über 10 Jahre):

Zeit	Wach	Schlaf	Zeit	Wach	Schlaf
7 Uhr	48 %	52 %	7 Uhr	63 %	37 %
8 "	100 %	-	8 "	100 %	-
9 "	100 %	-	9 "	100 %	-
10 "	100 %	-	10 "	100 %	-
11 "	100 %	-	11 "	100 %	-
12 "	100 %	-	12 "	100 %	-
13 "	92 %	8 %	13 "	92 %	8 %
14 "	93 %	7 %	14 "	100 %	-
15 "	97 %	3 %	15 "	95 %	5 %
16 "	93 %	7 %	16 "	100 %	-
17 "	93 %	7 %	17 "	100 %	-
18 "	100 %	-	18 "	100 %	-
19 "	89 %	11 %	19 "	98 %	2 %
20 "	37 %	63 %	20 "	72 %	28 %
21 "	10 %	90 %	21 "	64 %	36 %
23 "	-	100 %	23 "	23 %	77 %
1 "	-	100 %	1 "	-	100 %
3 "	-	100 %	3 "	-	100 %
5 "	-	100 %	5 "	-	100 %

Um die auffällige Übereinstimmung zwischen dem Verhalten der Körpertemperatur und dem Wach-Schlaf-Verhältnis zu veranschaulichen, trugen wir in unsere Temperaturtageskurven die Ergebnisse obiger Aufstellung zu den einzelnen Untersuchungsstunden ein. Der prozentuale Anteil der wachenden Kinder ist in schraffierten Säulen eingezeichnet, das leere Feld beträgt den Anteil der schlafenden Kinder.

Betrachtet man nun die Tageskurve der Temperatur und die Felder der Wach-Schlaf-Verteilung miteinander, so fällt auf den ersten Blick auf, dass sich die höheren Werte der Temperatur im Wachbereich finden und die tiefen Werte ausschliesslich während des Schlafzustandes zu treffen sind.

Zur Zeit des morgendlichen Temperaturanstieges von 8 - 11 Uhr betrug der Anteil der wachenden Kinder 100 %. In den Nachmittagsstunden fanden sich in beiden Altersgruppen wohl einige schlafende Kinder (wir untersuchten im Krankenhaus viele Kinder, die den ganzen Tag Bettruhe einzuhalten hatten), der Grossteil der Kinder war jedoch wach. Gegen 18 Uhr, zur Zeit des Abendessens waren alle Kinder wach; die Temperaturkurve zeigte zu dieser Zeit einen Höhepunkt.

Während der Abendstunden fiel im Wach-Schlaf-Verhältnis eine Altersverschiedenheit auf: In Gruppe 1, bei den jüngeren Kindern, trat der Schlaf bei einem Grossteil der Kinder um 20 Uhr ein. Um 21 Uhr schliefen schon 90 % aller Kinder.

In Gruppe 2 aber fanden wir die älteren Kinder um 20 Uhr grossenteils noch wach. Um 21 Uhr schliefen erst 36 %, ja gegen 23 Uhr trafen wir noch 23 % wache Kinder an (Sicher hängt die späte Einschlafzeit der grösseren Kinder damit zusammen, dass diese oft um 21 Uhr noch plauderten oder Radio hörten, während in den Zimmern der kleineren Kinder schon um 19 Uhr das Licht gelöscht wurde).

In der Nacht lagen die Wach-Schlaf-Verhältnisse bei beiden Gruppen gleich: zwischen 24 Uhr und 6 Uhr schliefen durchschnittlich alle Kinder. Ab 6 Uhr trat die Wachbereitschaft wieder auf und gegen 7 Uhr waren in beiden Gruppen ca 50 % der Kinder wach.

Vergleichen wir nun in beiden Altersgruppen die Temperaturkurve mit dem Wach-Schlaf-Verhältnis nach 20 Uhr abends, so sehen wir, dass mit dem Eintritt des Schlafes die Körpertemperatur zu sinken beginnt. Sie weist während des tiefen Schlafes ihre niedrigsten Werte auf.

Ein unvoreingenommener Leser könnte nun wohl auf den Gedanken kommen, das Verhalten der Körpertemperatur während der Nacht sei auf den Einfluss des Schlafes zurückzuführen.

Sicher hängt der abendliche Temperaturabfall mit dem Schlafeintritt zusammen und die nächtlichen Minima sind zum Teil durch die Bett- und damit die Muskelruhe des Kindes zu erklären.

Jedoch weisen unsere Temperaturkurven in den frühen Morgenstunden (ab 3^h), obwohl die Kinder noch zu 100 % in tiefem Schlaf liegen, wieder eine deutlich steigende Tendenz auf.

Wir untersuchten nun, ob diese auffallende Beobachtung ein Zufallsbefund sei und überprüften zu diesem Zweck in beiden Altersgruppen jeweils die Signifikanz der Differenz zwischen dem Minimum (3 bzw. 1 Uhr) und den Temperaturwert um 6 Uhr morgens mit Hilfe der t-Funktion:

Gruppe 1:			Gruppe 2:		
	3 Uhr	6 Uhr		1 Uhr	6 Uhr
AM	36,02	36,51	AM	36,13	36,48
6	0,25	0,21	6	0,20	0,21
n	19	16	n	24	19
Diff.=t			Diff.=t		
7,42 signifikant			5,31 signifikant		

Die Berechnungen ergaben in beiden Gruppen signifikante Differenzen zwischen dem Temperaturwert des nächtlichen Minimums und dem Wert am frühen Morgen.

So können wir feststellen:

Die Temperaturkurve des Kindes steigt in den frühen Morgenstunden von 3 Uhr bis 6 Uhr deutlich an und zwar völlig unabhängig von dem tiefen Schlaf, in dem sich das Kind zu dieser Zeit befindet.

Daraus lässt sich schliessen;

Die Kurve der Körpertemperatur des Kindes läuft über 24 Stunden geradezu parallel mit dem Wechsel von Wachen und Schlafen. Sie ist jedoch in keiner Weise mit ihm gleichzusetzen oder von ihm abhängig.

Sie zeigt vielmehr besonders in den frühen Morgenstunden ihren selbstständigen, unabhängigen Gang.

Beim wachen Kind ist die Körpertemperatur höher, während des Schlafens sind ihre Werte herabgesetzt. Die Differenz zwischen der Wach- und der Schlaftemperatur beträgt im Durchschnitt 1,45 Grad C.

An Hand der statistisch gesicherten Ergebnisse unserer Temperaturuntersuchungen an Kindern im Alter von 3 - 15 Jahren können wir ausser den vorstehenden rein theoretischen Feststellungen über das Verhalten der Körpertemperatur beim Kind noch praktische Schlussfolgerungen für die Klinik aufstellen:

Die Körpertemperatur des gesunden Kindes liegt durchschnittlich bei 37 Grad C. Um diesen Punkt bewegt sich die Tageskurve.

Temperaturwerte von 37,6 Grad C nach 18 Uhr abends liegen beim gesunden Kind noch im Bereich der Norm.

Es dürfte sich bewähren, in der Klinik die turnusmässige Messung der Körperwärme bei Kindern am zweckmässigsten morgens vor 8 Uhr und am Abend nicht nach 20 Uhr vorzunehmen.

Nur in dieser Zeit werden Temperaturergebnisse ermittelt, die ein echtes Spiegelbild der Reaktionslage des Gesamtorganismus darstellen und nicht von äusseren Einflüssen überlagert sind.

Besprechung der Ergebnisse

Die Besprechung unserer Untersuchungsergebnisse über die Körpertemperatur beim Schulkind hat sich mit den im Schrifttum niedergelegten Befunden auseinanderzusetzen.

Über das Verhalten der Körpertemperatur beim älteren Kind finden sich nur wenig Angaben. Da wir feststellten, dass sich die Temperatur des älteren Kindes nicht wesentlich anders verhält als die Körperwärme beim jüngeren, können wir unsere Ergebnisse auch auf Beobachtungen beziehen, die an Kleinkindern gemacht wurden. Grundsätzlich bestätigen unsere Untersuchungen, dass die Körpertemperaturwerte beim älteren Kind zu

den verschiedenen Tageszeiten grossen individuellen Schwankungen unterliegen. Wir fanden jedoch durch fortlaufende Messung übereinstimmend mit anderen Autoren bestimmte Regelmässigkeiten im Tagesverlauf - ein Ansteigen am Morgen, ein Maximum in den Nachmittagsstunden, ein abendliches Absinken und Tiefstwerte in der Nacht. - Dieses Verhalten der Temperatur beobachteten auch schon BÄRENSPRUNG und FINLAYSON. Und zwar hatte BÄRENSPRUNG über mehrere Tage die Rectaltemperatur von 4 Kindern im 6-Stunden-Wechsel untersucht und dabei festgestellt, dass die höchsten Werte in den Nachmittagsstunden auftraten. Am Morgen und Abend erhielt er bei seinen Messungen niedrigere und nahezu gleichartige Temperaturen. In unseren Kurven erschienen die höchsten Temperaturwerte im Laufe von 24 Stunden ebenfalls während des Nachmittags. Morgens und abends verzeichneten wir übereinstimmend mit BÄRENSPRUNG fast gleichartige, aber niedrigere Temperaturen als am Nachmittag: die 37-Grad-Grenze wurde aufsteigend in der Zeit zwischen 7 und 9 Uhr morgens und absteigend in der Stunde von 20 bis 21 Uhr überschritten. Somit bestehen in Morgen- und Abendstunden ungefähr gleiche Temperaturwerte.

FINLAYSON, der 18 Kinder auf das Verhalten ihrer Körpertemperatur untersucht hatte, ermittelte dabei folgende Durchschnittsergebnisse: die Temperatur steigt ab 2 Uhr morgens fortlaufend an. Am Tage verändert sie sich nur geringfügig. Sehr auffallend ist dann das abendliche Absinken zwischen 19 und 21 Uhr. Die niedrigsten Temperaturen erscheinen um Mitternacht. - Diese letzte Feststellung stimmt mit der Beobachtung von MÜHLMANN überein, der bei Neugeborenen den Tiefstwert der 24-Stunden-Temperatur ebenfalls in der Zeit um Mitternacht fand.

Unsere Kurven liessen sich mit den Ergebnissen FINLAYSON's und MÜHLMANN's wohl in Einklang bringen: zwar liegen bei uns die Temperaturminima zeitlich etwas später - sie traten um 1 Uhr bzw. um 3 Uhr auf. Doch der konstante Temperaturanstieg in den frühen Morgenstunden, ebenso das jähe abendliche Absinken zwischen 19 und 21 Uhr (in beiden Altersgruppen um etwa 0,6 bis 0,8 Grad) entsprechen den Befunden FINLAYSON's.

Eine Parallelität findet sich auch zu den Beobachtungen von PILZ. PILZ hatte an Hand seiner Temperaturuntersuchungen festgestellt, dass

die Differenz zwischen dem Maximum und dem Minimum im Laufe von 24 Stunden beim Kind grösser ist als beim Erwachsenen. Wir konnten als durchschnittliche Tagesamplitude beim Kind unter 10 Jahren einen Wert von 1,56 Grad C und beim Kind über 10 Jahren 1,35 Grad C ermitteln. Vergleichen wir dies mit der Beobachtung von JUNDALL, der bei fortlaufenden Temperaturuntersuchungen an Erwachsenen eine Durchschnittsamplitude von 0,83 Grad C errechnete, so sehen wir daraus ein Übereinstimmen unserer Resultate mit denen von PILZ.

In Einklang mit den Ergebnissen von FINLAYSON und MÜHLMANN zeigte sich, dass die Tiefstwerte der Körpertemperatur beim Kind auf die Nachtstunden, etwa in die Zeit kurz nach Mitternacht fallen. Dagegen beobachtete DEMME an Hand seiner Untersuchungen den Eintritt des Minimums am Morgen zwischen 6 und 8 Uhr. Diese Auffassung fand allerdings keine Bestätigung. Auch bei Erwachsenen liegt nach JÜRGENSEN, LIEBERMEISTER, BENEDICT und SNELL das Minimum der Körpertemperatur nachts zwischen 1 und 4 Uhr.

DEMME wies bei der Besprechung seiner Ergebnisse als erster (1878) auf ein deutliches Absinken der Temperatur zur Mittagszeit hin:

"Die Körpertemperatur des Kindes fällt zwischen 11 und 12 Uhr mittags um 0,1 bis 0,2 Grad ab." Etwa 50 Jahre später vermerkten de RUDDER und PETERSEN einen ähnlichen Befund in ihrer Arbeit über die Körpertemperatur beim Neugeborenen: "Die Temperatur des Kindes ist zwischen 12 und 15 Uhr deutlich herabgesetzt." - Übrigens hat auch JUNDALL in seinen durchschnittlichen Temperaturtageskurven, die er an 100 Kindern ermittelte, bei den meisten Fällen ausgeprägte Mittags-senken beobachtet und beschrieben. In den Ergebnissen dieser Autoren findet unser Resultat eine Stütze; denn wir konnten an unserem kleinen Untersuchungsmaterial ebenfalls ein Absinken der Körpertemperatur um die Mittagszeit nachweisen.

Bei Studien über die Körpertemperatur des Säuglings ermittelte GOFFERJE interessante Tageskurven. Er konnte, ähnlich wie BARENSPRUNG und FINLAYSON an älteren Kindern, auch schon bei so jungen Lebewesen eine Tag - von einer Nachtperiode abgrenzen. Das Tagesplateau währte dabei in der Regel von 10 bis 18 Uhr; den Tiefpunkt der Nachtsenke verzeichnete GOFFERJE gegen 22 Uhr und das Ende der Nachtperiode um 4 Uhr morgens. Von 4 bis 10 Uhr erfolgte dann ein langsamer, häu-

fig unterbrochener Anstieg zum Tagesplateau. Am Abend stürzte die Temperatur sehr rasch zu niedrigeren Werten ab.

Vergleichen wir nun diese Ergebnisse, wie sie GOFFERJE an Säuglingen ermittelt hat, mit unseren Kurven, die an Kindern im Schulalter gewonnen wurde, so ergeben sich teils Ähnlichkeiten, teils Gegensätzlichkeiten. Sehr ausgeprägt fanden wir den jähen Abfall zur Nacht hin, den GOFFERJE geradezu als Charakteristikum der kindlichen Körpertemperatur auffasste. Auch das zweite Merkmal der langsame, durch Schwankungen unterbrochene morgendliche Temperaturanstieg erschien in unseren Resultaten.

Dagegen bestehen hinsichtlich der Tag-Nacht-Periode erhebliche Unterschiede: beim Säugling beschränkte sich die Tagperiode auf 8 Stunden (von 10 bis 18 Uhr), während im Schulalter der Tag weiter ausgedehnt war und 12 Stunden umfasste (von 8 bis 20 Uhr). Die eigentliche Nachtperiode erstreckte sich beim Säugling auf die Zeit von 18 Uhr bis 4 Uhr morgens, schloss also 10 Stunden ein. Dagegen dauerte sie im Schulalter nach unseren Untersuchungen über 12 Stunden an.

Demnach steigt beim Säugling die Temperatur bereits ab 4 Uhr morgens und fällt in der Zeit um 18 Uhr wieder zu den Nachtwerten ab. Beim Schulkind dagegen ist sowohl das Ansteigen der Temperatur am Morgen einige Stunden später zu verzeichnen (zwischen 6 und 7 Uhr) wie auch das abendliche Absinken etwa 3 Stunden später als beim Säugling eintritt. Wir können also sagen, dass sich mit zunehmendem Alter die Tageskurve der Temperatur nach rechts, also zur Nacht hin verlagert.

Dass bei jüngeren Kindern der Anstieg der Temperatur am Morgen und das abendliche Absinken auf einen früheren Zeitpunkt fällt als bei größeren Kindern, beschrieb auch JUNDELL. Dieser Autor hat ausgedehnte Untersuchungen über die Entwicklung der Körpertemperatur beim wachsenden Kinde angestellt. Er entwickelte wertvolle Durchschnittskurven mit denen er bewies, dass "die täglichen Temperaturschwankungen von den ersten Lebenstagen bis zu den ersten Lebensjahren stetig und allmählich zunehmen." Ausserdem konnte JUNDELL an Hand dieser Kurven wieder nachweisen, dass mit zunehmendem Lebensalter eine deutliche Rechtsverschiebung eintritt. So liegt z.B. der Übergang der Nacht zur Tagperiode beim Neugeborenen erheblich früher als beim 6 Monate alten Kind, ebenso das Absinken der Temperatur am Abend.

Als wir zum Vergleich mit unseren Durchschnittsergebnissen eine Kurve von JUNDALL auswählten, erschien uns wegen der Altersverhältnisse die am geeignetsten, die über die Temperatur des 2-5jährigen Kindes Aufschluss gibt. Der Kurvenverlauf zeigt zwar grundsätzlich grosse Ähnlichkeit mit unseren Befunden: die Temperatur des 2-5Jährigen steigt wie beim älteren Kind von den Morgenstunden fortschreitend an. Im Laufe des Nachmittags wird der Höchstwert erreicht. (Dieses Ereignis vom Eintritt der höchsten Temperatur in den späten Nachmittagsstunden war schon den alten Ärzten bei fiebernden Kranken aufgefallen). Dem raschen Abfall der Körperwärme am Abend folgt das Minimum um Mitternacht. In den frühen Morgenstunden steigt die Temperatur noch während des Schlafes wieder an und erreicht allmählich den vor-mittäglichen Stand.

Bei einem genauen Vergleich mit unseren Kindern, die etwa 5 bis 10 Jahre älter sind, erscheinen doch sehr wesentliche Unterschiede.

Wir begannen am frühen Morgen: die Temperatur des jüngeren Kindes stieg ab 3 Uhr morgens beständig an, erreichte um 5 Uhr den Wert von 36,9 Grad und überschritt die 37-Grad-Grenze gegen 6 Uhr. - Beim älteren Kind herrschten um 3 Uhr noch tiefe Nachtwerte, dann erfolgte ein langsamer, wiederholt von Absinken unterbrochener Anstieg. Um 5 Uhr verzeichneten wir eine durchschnittliche Temperatur von 36,2 Grad. Erst um 8, bzw. beim Kind über 10 Jahren. um 9 Uhr wurde die 37-Grad-Grenze überschritten, also 2 bis 3 Stunden später als beim kleinen Kind. - Beim Kind unter 5 Jahren erschien ferner der erste Temperaturwert der Tagperiode mit 37,2 Grad gegen 7 Uhr, während das Kind über 5 Jahre einen ähnlichen erst um 10 Uhr aufwies. Die mittägliche Senke trat in beiden Altersgruppen ungefähr gleichzeitig gegen 13 Uhr ein und umfasste etwa 0,2 Grad.

Daran anschliessend fanden wir beim jungen Kind einen raschen 4-Stunden-Anstieg zum Maximum um 17 Uhr und mit dem abendlichen Absinken zwischen 17 und 18 Uhr nahezu das Ende der Tagperiode. - Die Kurve des älteren Kindes zeigte dagegen nach der Mittagssenke einen über 7 Stunden andauernden, wellenförmigem Verlauf um den Wert von 37,4 Grad. Das Maximum trat ungefähr in der Mitte dieser Zeit ein. Um 18 Uhr lag die Temperatur mit 37,4 Grad noch im Bereich der Tagperiode.

Absteigend überschritt das junge Kind die 37-Grad-Grenze in der Zeit zwischen 18 und 19 Uhr und zeigte um 19 Uhr bereits einen abendlichen abgesunkenen Wert von 36,7 Grad. Im Gegensatz dazu hielt sich die Körperwärme des grösseren Kindes um 19 Uhr noch auf einer Höhe von 37,4 Grad. Erst gegen 21 Uhr erfolgte der Schnitt mit der 37-Grad-Grenze, also ungefähr 3 Stunden später als beim jüngeren Kinde. Der erste Nachtwert fand sich beim 2-5 Jährigen zwischen 19 und 20 Uhr, beim älteren Kind erst um 22 Uhr. Gegen 21 Uhr war die Temperatur des Kindes unter 5 Jahren (JUNDELL) schon fast zum nächtlichen Minimum abgesunken; dagegen lagen bei 5 - 15 Jährigen (unsere Ergebnisse) die Temperaturwerte um diese Zeit noch um 0,6 Grad höher als das nächtliche Minimum. - Weiterhin wies das jüngere Kind ein Nachtplateau auf, das von 21 Uhr bis um 3 Uhr morgens relativ flach verlief und um 1 Uhr ein Minimum erkennen liess. Beim grösseren Kind dagegen war dieses Plateau auf die Zeit von 24 Uhr bis 3 Uhr beschränkt und zeigte anstelle eines flachen Verlaufs grössere Schwankungen. Ab 3 Uhr stieg die Temperatur des jüngeren Kindes, wie eingangs erwähnt, fortlaufend an, während beim älteren Kind um diese Zeit noch Nachtwerte zu finden sind.

Aus dem Vergleich der Temperaturkurven dieser beiden Altersgruppen lässt sich nun sehr deutlich erkennen, dass die Beobachtung JUNDELL's über die ständige Rechtsverschiebung der Temperaturkurve mit zunehmendem Lebensalter bei Kindern von 1 Monat bis zu 5 Jahren, auch auf das spätere Kindesalter ausgedehnt werden darf.

Die 24-Stundenkurve der Temperatur ist beim älteren Kind in den Tag hinein verlagert. Der morgendliche Anstieg beginnt später, die Tagperiode ist zeitlich länger ausgedehnt und das abendliche Absinken erscheint um einige Stunden in die Nacht hinein verschoben.

Somit können wir sagen: unsere Feststellungen stimmen mit der Beobachtung von GOFFERJÉ und JUNDELL über die Rechtsverschiebung der Temperaturtageskurve mit zunehmendem Lebensalter überein. Wir konnten dieses Phänomen besonders deutlich während des Schulalters nachweisen.

Auf die Frage nach der Ursache des Temperaturrehythmus beim Kind finden wir meist den Hinweis auf exogene Faktoren. HELMREICH und WOLFF stellten fest, dass die psychische und physische Tätigkeit beim Kind bedeutend grösser sei als beim Erwachsenen. Sie schlossen sich damit der Ansicht der meisten Autoren an, nach welcher die rhythmischen Schwankungen der kindlichen Körpertemperatur auf äussere Einflüsse wie Schlaf, Spiel, Nahrungsaufnahme, lebhaftere Muskeltätigkeit zurückzuführen sind. Diesbezüglich können unsere Ergebnisse keinen Aufschluss geben. Dazu sind unsere Untersuchungsbedingungen zu verschiedenartig und das Beobachtungsmaterial zu gering. Allerdings weist ein Punkt unseres Resultats mehr auf eine endogene Komponente hin; denn wir stellten fest, dass die Temperaturkurve völlig unabhängig von der Wach-Schlafverteilung verläuft. Diese Beobachtung findet ihre Bestätigung durch JORES, der den Temperaturrehythmus zu den "echten Rhythmen" rechnet, die nicht von Bewegung, Nahrungsaufnahme und Schlaf abhängen, sondern irgendwie im Organismus verankert sind.

ZUSAMMENFASSUNG

Vorliegende Arbeit über die tagesperiodischen Veränderungen der Körpertemperatur im Kindesalter befasst sich zunächst mit der Physiologie der menschlichen Körpertemperatur.

Sie vermittelt dann einen Einblick in die Ansichten, die in der Literatur über den Verlauf und die Ursachen der Temperaturtagesschwankungen beim erwachsenen Menschen niedergelegt sind.

Besonders interessiert das Problem der Körpertemperatur im Kindesalter: an Hand des vorliegenden Schrifttums wird die Entwicklung der Wärmeregulation und der Temperaturtagesrhythmik beim neugeborenen und frühgeborenen Kind dargestellt.

Der Tagesverlauf der kindlichen Körpertemperatur bildet das Hauptthema der Arbeit. Zunächst werden Literaturbeiträge zum Thema angeführt.

Im zweiten Teil wird auf eigene Untersuchungen eingegangen: an 29 Schulkindern wurden in 136 Tagesverläufe in zweistündigen Intervallen 1604 Messungen der Rectaltemperatur durchgeführt.

Hierbei wurde festgestellt, dass kein Altersunterschied hinsichtlich des Verhaltens der Körpertemperatur besteht zwischen Kindern von 5 - 10 Jahren und Kindern über 10 Jahren.

Ferner konnte gezeigt werden, dass der Gang der Körpertemperatur unabhängig vom Wach- oder Schlafzustand verläuft.

Schliesslich wurde auf praktische Schlussfolgerungen hinsichtlich der täglichen Temperaturmessung hingewiesen.

LITERATURVERZEICHNIS

1. Aschoff J.: Der Tagesgang der Körpertemperatur beim Menschen.
Klin. Wschr. 33, 545 (1955)
2. Aschoff J.: Exogene und endogene Komponenten der 24-Stundenperiodik bei Mensch und Tier.
Naturwiss. 42, 569 (1955)
3. Autenrieth J.: zitiert nach Aschoff
4. Babak E.: Über die Wärmeregulation beim Neugeborenen.
Pflügers Arch. Physiol. 89, 154 (1902)
5. Bärensprung F.v.: Untersuchungen über die Temperaturverhältnisse des Foetus und des erwachsenen Menschen in gesundem und krankem Zustand.
Arch. Anat. u. Physiol. 126 (1851)
6. Benedict F. und J. Snell: Körpertemperaturschwankungen mit besonderer Rücksicht auf den Einfluss, welche die Umkehrung der täglichen Lebensgewohnheit beim Menschen ausübt.
Pflügers Arch. Physiol. 90, 33 (1902)
7. Benedict F. und J. Snell: Studies in body Temperature
Influence of the Inversion of daily Routine on the Temperature of Nightworkers.
Amer. J. Physiol. 11, 145 (1904/05)
8. Bergman K.G.: zitiert nach Aschoff
9. Blackfan K.D.: The Premature Infant.
Amer. J. Dis. Child. 46, 1175 (1933)

10. Bogert F. van der und C. L. Moravec:
Body Temperature Variations in apparently
healthy Children.
J. Pediatr. 10, 466 (1937)
11. Brock J.: Physiologie der kindlichen Körpertemperatur.
Biologische Daten für den Kinderarzt
Springer - Verlag Berlin
12. Demme R.: zitiert nach JUNDELL
13. Eckstein A.: Über die Wärmeregulierung der Frühgeburten.
Zschr. Kinderhk. 62, 5 (1926)
14. Edwards: zitiert nach Mordhorst
15. Evöss J.: Untersuchungen über die normalen Temperatur-
verhältnisse der Neugeborenen in den ersten 8
Lebenstagen.
Jb. Kinderhk. Band 24, (1886)
16. Fanconi G. und A. Wallgreen:
Wachstum und Entwicklung des normalen Kindes.
Lehrbuch der Paediatric
Schwabe-Verlag Basel 1956
17. Finkelstein H.: Die Intoxikation im Verlauf der Ernährungsstörung.
Jb. Kinderhk. Berlin 66 (1907)
18. Finlayson J.: Über die normale Temperatur der Kinder.
J. Kinderkrankh. 52, 413 (1869)
19. Förster R.: Über Thermometermessung bei Kindern.
J. Kinderkrankheiten 39, 1 (1862)
20. Forsgreen E.: Die Rhythmik der Leberfunktion und des Stoff-
wechsels.
Dtsch. med. Wschr. 64, 743 (1938)
21. Genserich G.: Der Einfluss der Wärme auf die Temperatur der
Säuglinge.
Mschr. Kinderhk. 9, 1837 (1910)

22. Gessler A.: Die täglichen Schwankungen der Körpertemperatur.
Pflügers Arch. Physiol. 207, 390 (1925)
23. Gibson R.B.: The Effect of Transposition of the daily Routine in the Rhythm of temperature Variations.
Amer. J. Med. sc. 129, 1048 (1905)
24. Gierse A.: Quoniam sit ratio caloris organici.
Diss. Halle 1842
25. Gleiss J.: Beiträge zum Frühgeburtenproblem der Gegenwart.
Zschr. Kinderhk. 73, 146 (1953)
26. Gofferré F.: Die Tagesschwankungen der Körpertemperatur beim gesunden und beim kranken Säugling.
Jb. Kinderhk. 68, 129 (1908)
27. Gundobin V.P.: Die Körpertemperatur des Neugeborenen. Besonderheiten des Kindesalters, Berlin 1921
28. Helmreich E.: Die Unreife der kindlichen Wärmeregulation.
Physiologie des Kindesalters
Springer-Verlag Berlin 1931
29. Hensel H.: Mensch und warmblütige Tiere.
Temperatur und Leben
Springer-Verlag Berlin 1955
30. Hörmann: zitiert nach Benedict und Snell
31. Isenschmid R.: Physiologie der Wärmeregulation.
Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie
Bethe-Bergmann, 17. Band, Correlationen 111, (1926)

32. Jaeger H.: Über die Körperwärme des gesunden Menschen.
Dtsch. Arch. klin. Med. 29, 516 (1881)
33. Johannson J. E.: Über die Tagesschwankungen des Stoffwechsels
und der Körpertemperatur im nüchternen Zu-
stand und der vollständigen Muskelruhe.
Skand. Arch. Physiol. (Berlin-Leipzig) 8, 25
(1898)
34. Jores A.: Tag- und Nachtwechsel in seiner Wirkung auf
den Menschen.
Klin. Wschr. 1538 (1933 111), Antrittsvorlesung
35. Jores A.: Über den Einfluss des Lichtes auf die 24-Stunden-
perioden des Menschen.
Dtsch. Arch. klin. Med. 176, 544 (1933)
36. Jores A.: Die 24-Stunden-Perioden des Menschen.
Med. Klin. 1, 468 (1934)
37. Jores A.: Physiologie und Pathologie der 24-Stunden-
Rhythmik des Menschen.
Erg. inn. Med. 48, 574 (1935)
38. Jürgensen Th.: Die Körperwärme des gesunden Menschen.
Vogel-Verlag Leipzig 1873
39. Jundell J.: Über die nykthemeralen Temperaturschwankun-
gen im ersten Lebensjahr des Menschen.
Jb. Kinderhk. 59, 521 (1904)
40. Kleitman N.: Effects of prolonged Sleeplessness on Man.
Amer. J. Physiol. 66, 65 (1923)
41. Kleitman N. und A. Doktorsky:
Study on the Physiology of Sleep.
The Effect of the Position of the Body and of
Sleep on rectal Temperature in Man.
Amer. J. Physiol. 104, 340 (1935)

42. Kleitman N., Titelbaum S. und H. Hofman:
The Establishment of the diurnal Temperature Cycle.
Amer. J. Physiol. 119, 48 (1937)
43. Lange J.:
Über die Entwicklung einer Tagesperiodik verschiedener Körperfunktionen.
Inauguraldissertation (1957) München
44. Landois - Rosemann:
Der Wärmehaushalt.
Lehrbuch der Physiologie des Menschen
Urban-Schwarzenberg München 1950
45. Leichtentritt:
zitiert nach Mordhorst
46. Liebermeister C.:
Die Körpertemperatur des Menschen.
Handbuch der Therapie und Pathologie des Fiebers.
Vogel-Verlag Leipzig 1875
47. Mayer L.F. und J. Rosenstern:
Die Wirkung des Hungers in den verschiedenen Stadien der Ernährungsstörung.
Jb. Kinderhk. 69, 167 (1909)
48. Mendelsohn A.:
Beobachtungen über Hauttemperaturen des Säuglings.
Zschr. Kinderhk. 3, 292 (1911)
49. Menzel W.:
Der 24-Stunden-Rhythmus des menschlichen Blutkreislaufes.
Erg. inn. Med. 61, 38 (1942)
50. Menzel W.:
Zum Wesen der Tagesrhythmik.
Ärztl. Wschr. 45/46, 705 (1947)
51. Menzel W.:
Über den heutigen Stand der Rhythmenlehre in Bezug auf die Medizin.
Zschr. Altersforsch. Band 6, Heft 1, 26 (1951)

52. Mordhorst H.: Über die chemische Wärmeregulation frühgeborener Säuglinge.
Mschr. Kinderhk. 55, 775 (1933)
53. Mosso: zitiert nach Benedict und Snell
54. Mühlmann M.: Die Temperatur des Neugeborenen.
Arch. Kinderhk. 23 (1887)
55. Mühlmann M.: Über die Ursache der täglichen Schwankungen der Körpertemperatur.
Pflügers Arch. Physiol. 69, 613 (1898)
56. Müller R.: Unterwärme des Körpers.
Münch. med. Wschr. 32, 1036 (1917)
57. Mullin F.J.: Development of the diurnal Temperature and Motility patterns in a Baby.
Amer. J. Physiol. 126, 589 (1939)
58. Osborne W.A.: Body Temperature and Periodicity.
J. Physiol. 36, 2 (1907/08)
59. Peiper A.: Unreife des Frühgeborenen.
Mschr. Kinderhk. 81, 321 (1939)
60. Peiper A.: Thermometer.
Chronik der Kinderheilkunde
Thieme-Verlag Leipzig 1955
61. Petersen G.A.: Beitrag zur 24-Stunden-Rhythmik beim Menschen.
Inauguraldissertation (1935) Greifswald
62. Pilz C.: Die normale Temperatur im Kindesalter.
Jb. Kinderhk. 4, 414 (1870)
63. Polimante O.: Sopra la possibilita di una inversione della temperatura giornaliera nell' uomo.
Zschr. allg. Physiologie 16, 506 (1910)
64. Rein-Schneider: Der Wärmehaushalt des Menschen.
Lehrbuch der Physiologie
Springer-Verlag Berlin 1955

65. Rommel O.: , Frühgeburt und Lebensschwäche.
Handbuch der Kinderheilkunde
Pfaundler - Schlossmann 1910
66. de Rudder B. und G. A. Petersen:
Zur Tagesperiodik der Körpertemperatur
beim Menschen.
Klin. Wschr. 4, 1815 (1935)
67. Schadow H.: Der Betriebsstoffwechsel und Kalorienbedarf
frühgeborener Säuglinge.
Jb. Kinderhk. 136, 1 (1932)
68. Schelble H.: Über Stamm- und Hauttemperaturen beim
Säugling.
Zschr. Kinderhk. 2, 63 (1911)
69. Salge B.: Die physikalischen Erscheinungen des Blutes
beim gesunden und kranken Säugling.
Zschr. Kinderhk. 1, 127 (1910)
70. Seraphin R.: Zur Frage der Wärmeregulation der Säug-
linge und Frühgeborenen.
Zschr. Kinderhk. 75, 664 (1954/55)
71. Sommer C.: Über die Körpertemperatur des Neugebore-
nen.
Dtsch. med. Wschr. 605 (1880)
72. Sonden K. und R. Tigerstedt:
Untersuchungen über die Respiration und den
Gesamtstoffwechsel des Menschen.
Skand. Arch. Physiol. (Berlin-Leipzig) 6, 1
(1895)
73. Talbot F.: Skin Temperatures of Children.
Amer. J. Dis. Child. 42, 967 (1931)
74. Toulouse und Pieron: zitiert nach Hensel
75. Traube: zitiert nach Peiper

76. Trojan W.: Vergleichende Messungen der täglichen Schwankungen der Körpertemperatur beim Aufenthalt an der Erdoberfläche u. in einem Bergwerk. Inauguraldissertation (1937) Hamburg
77. Tysson R.: Continues Temperature Records of Premature Infants.
Amer. J. Dis. Child. 38, 944 (1929)
78. Völker H. G.: Über die tagesperiodischen Schwankungen einiger Lebensvorgänge des Menschen.
Pflügers Arch. Physiol. 215, 43 (1927)
79. Weber H. G.: Beobachtungen über die Entwicklung der Wärmeregulation von Frühgeborenen.
Inauguraldissertation (1955) Düsseldorf
80. Wiedemann H. R.: Zur Frage der Frühgeborenen-Unterkühlung.
Zschr. Kinderhk. 73, 357 (1953)
81. Wolff A.: Zur Beurteilung der Temperaturschwankungen beim Kinde.
Zschr. Kinderhk. 3, 228 (1911)
82. Yllpö A.: Pathologie des frühgeborenen Kindes.
Handbuch der Kinderheilkunde Berlin 1931

An dieser Stelle darf ich Herrn Privatdozenten Dr. med. Th. Hellbrügge für die Überlassung des Themas danken.

Ich möchte zugleich Herrn Privatdozenten Dr. Hellbrügge meinen herzlichsten Dank für die mir während der Arbeit unterwiesene Unterstützung aussprechen.

Mein Dank gebührt auch Herrn Direktor Dr. Mehringer, der die Untersuchungen im Waisenhaus München ermöglichte und ferner Herrn Professor Dr. Weber, der die Untersuchungen in der Kinder-Poliklinik der Universität in München gestattete.

Herrn Dr. med. Dr. phil. Rutenfranz vom Max-Planck-Institut für Arbeitsphysiologie in Dortmund danke ich für das statistische Auswerten eines Teils meines Untersuchungsmaterials.

Herrn Privatdozenten Dr. Döring von der 1. Universitätsfrauenklinik München danke ich für das Überlassen der Versuchsthermometer.

